

PRZEGŁĄD KOLEJOWY

elektrotechniczny

ROK XXIII • LISTOPAD - GRUDZIEŃ 1976 • NR 11-12

- 1 KAROL KULIGOWSKI — Czterdzieści lat elektryfikacji PKP ● 40 Jahre der PKP — Elektrifikation ● 40 years of PKP electrification ● 40 лет электрификации Польских Железных Дорог

- 8 SŁAWOMIR APUNIEWICZ, KAZIMIERZ ZENIUK — Inżynierowie z Politechniki Świętokrzyskiej w służbie zria ● Ingenieure aus der Politechnika Świętokrzyska im Dienste der Zugsicherungs und Fernmeldetechnik ● Engineers of the Świętokrzyska Politechnika in services of the signalling and telecommunication techniques ● Инженеры — выпускники Сьвентокшыского Политехнического Института в службе ЦБ

- 10 MIROSLAWA DĄBROWA-BAJON — Modernizacja programów nauczania i nowy regulamin studiów w Instytucie Transportu Politechniki Warszawskiej ● Modernisierung des Lehrprogrammes und neuer Studienforscheit im Transportinstitut der Technischen Hochschule zu Warszawa ● Modernization of education and new regulations of studies in the Institute of Transport, Technological University Warszawa ● Модернизация научных программ и новый порядок занятий в Институте Транспорта Варшавской Политехники

- 12 WŁODZIMIERZ ROHLOFF — Telkon, urządzenia telekonferencyjne systemu kolejowego ● Telkon, Fernberatungseinrichtung für eisenbahntechnischen Bedarf ● Telkon, Rly type teleconference arrangement ● Телькон — установка для телесовещаний железнодорожной системы

- 20 MARIAN SMOLEC — Urządzenia informacji podróży na Dworcu Centralnym w Warszawie ● Auskunftstechnische Einrichtungen für Fahrgäste im Zentralbahnhof Warszawa ● Passengers information arrangements in Warszawa Central Station ● Устройства информации для пассажиров действующие на Центральном вокзале в Варшаве

- 23 TADEUSZ SIEMIŃSKI — Zapobieganie przepaleniu sieci trakcyjnej w obszarze przerw elektrycznych ● Verhinderung des Fahrdrahtdurchbrennens im Bezirk der Trennstellen ● Preventive measures against traction network burning in zones of electric interruptions ● Предотвращение случаев пережога тяговой сети в области электрических разрывов

- 30 KAZIMIERZ CIANCIARA — Fizyczna interpretacja wytwarzania SEM ● Bez oddziaływanie pól magnetycznych na przewodniki ● Physikalische Auslegung der Erzeugung von elektro-motorischen Kraft durch Einwirkung der Magnetfelder auf Leitungen ● Physical interpretation of generating electromotive force by means of reaction of magnetic field on to electric conductors ● Физическая интерпретация образования SEM путём воздействия магнитного поля на проводники

- 25 JAN BZUIK — Wyposażenie elektryczne obwodu głównego zespołu trakcyjnego serii EW58 ● Elektrische Ausrüstung des Hauptstromkreises bei den Einheits-Triebzug EW58 ● Electric equipment of the power circuit in the railcar class EW58 ● Электрическое оборудование главной цепи тяговой единицы серии EW58

- 44 TADEUSZ DZIEGIELEWSKI — Ergonomia warunków pracy ● Ergonomie der Arbeitsbedingungen ● Ergonomics of working conditions ● Эргономия условий работы

przegląd kolejowy ELEKTROTECHNICZNY



MIESIĘCZNIK TECHNICZNO-GOSPODARCZY

Rok XXIII

LISTOPAD—GRUDZIEŃ 1976

NR 11—12

„Dążeniem partii jest zaangażowanie w pracy dla Polski całego twórczego potencjału narodu, wszystkich obywateli. Dlatego partia będzie sprzyjać rozszerzaniu udziału w życiu politycznym i społecznym milionów bezpartyjnych Polaków budujących socjalizm”.

(z Uchwały VII Zjazdu PZPR)

mgr inż. Karol Kuligowski
CBSiPBK

Czterdzieści lat elektryfikacji PKP

15 grudnia 1936 r. uruchomiono pierwsze zelektryfikowane odcinki linii kolejowych PKP z Warszawy do Otwocka i do Pruszkowa

Spśród licznych poszukiwań w zakresie zwiększenia zdolności przewozowych kolei żelaznych, szczególnie dużo zachęcających eksperymentów przeprowadzono nad zastosowaniem do tego celu energii elektrycznej. Pierwsze próby w tym zakresie rozpoczęto prawie przed 100 laty, a choć Polska była podzielona pomiędzy trzy zaborcze potęgi, polscy elektrotechnicy prowadzili również ożywioną działalność w zakresie rozwoju trakcji elektrycznej. W 1893 r. w Rosji, w Petersburgu rozpoczyna działalność naukową Polak profesor *Henryk Merczyng*. W petersburskim Instytucie Inżynierów Komunikacji prowadzi wykłady z dziedziny elektrotechniki i elektryfikacji kolei do 1916 r. Jest autorem szeregu książek jak np.: *Kurs Elektrotechniki* (1895 r.), *Energia elektryczna w zastosowaniu do napędu statków na drogach wodnych* (Petersburg 1896 r.), *Zasady elektrotechniki* (Warszawa 1899 r.), *Teoria prądu elektrycznego* (Warszawa 1905 r.). W 1902 r. zorganizował laboratorium trakcji elektrycznej. Prof. H. Merczyng wraz z inż. K. N. Antoszinem na posiedzeniu „Inżynierskiego Sovietu” w 1912 r. przedstawili projekt elektryfikacji górskiego odcinka zakaukaskiej kolei. Projekt został zatwierdzony w 1914 r., jednak wskutek wybuchu pierwszej wojny światowej nie został przekazany do realizacji. W grupie siedmiu zasłużonych naukowców w Rosji, poza w/w znajdował się również drugi Polak, prof. *Henryk Graftio*.

Prof. Pol. Warsz. *Karol Pollak* (1859—1928), który przed pierwszą wojną światową pracował w przemyśle elektrotechnicznym w Niemczech, w Anglii i we Francji. Po powrocie do kraju prowadził wykłady na wydz. elektr. Pol. Warsz. Aktywnie współpracował

przy organizowaniu krajowego przemysłu elektrotechnicznego, a w tym i elektrotrakcyjnego. Był autorem kilkudziesięciu wynalazków m. in. prostowników, układów prostowniczych i nowych systemów akumulatorowych. Między innymi był autorem układu prostowniczego, który opatentowano we Wrocławiu pod nazwą układu Graetza.

Prof. Pol. Warsz. *Roman Podoski* (1873—1954), który po siedmioletniej pracy w Szwajcarii, Niemczech i Francji przy projektowaniu i budowie tramwajów, w 1903 r. powrócił do kraju. Przez cztery lata pracował w śląskich zakładach przemysłowych, a od 1907 r. projektował i budował warszawskie tramwaje. W okresie tym publikował dużą ilość artykułów technicznych z dziedziny trakcji elektrycznej. Od 1918 r. w sposób wielce zaangażowany rozpoczął różnorodną działalność w zakresie przygotowywania elektryfikacji PKP. Od 1919 r. rozpoczął pracę naukowo-dydaktyczną na Politechnice Warszawskiej i prawie przez 35 lat był głównym wychowawcą kadry inżynierskiej i naukowej w dziedzinie trakcji elektrycznej. W okresie międzywojennym był autorem wielu opracowań projektowych dla elektryfikacji Warszawskiego Węzła Kolejowego oraz opracowań studialnych dla elektryfikacji PKP. Był autorem wielu publikacji technicznych i podręczników akademickich. Był konsultantem do spraw elektryfikacji środków transportu, urzędów centralnych i jednostek organizacyjnych niższego rzędu. Był wieloletnim działaczem Stowarzyszenia Elektryków Polskich, w tym założycielem w 1923 r. Sekcji Trakcji Elektrycznej.

Mgr inż. *Tadeusz Baniewicz* (1879—1974), który w początkowych latach XX w. pracował przy budowie i eksploatacji tramwajów elektrycznych w Zagłębiu Dąbrowskim, w Warszawie i Wilnie. W okresie 1908 do 1918 r. w wydziale kolei żelaznych i centralnych stacji Zakładów Elektrycznych w Petersburgu, organi-

zował i nadzorował w kilku miastach rosyjskich budowę tramwajów i elektrycznych kolei dojazdowych. W latach 1924—1927 kierował budową EKD z Warszawy do Podkowy Leśnej i Grodziska, a następnie kierował jej eksploatacją.

Prof. Pol. Warsz. *Józef Stecewicz*, który w latach 1910—1913 opracował projekt elektryfikacji kolei okręgu warszawskiego w zasięgu ok. 50 km od Warszawy, którego pierwszym zelektryfikowanym odcinkiem miała być linia z Warszawy Wschodniej do Mińska Maz. Wybuch pierwszej wojny światowej przeszkodził realizacji programu zatwierdzonego w 1914 r.

Prof. Pol. Lwowskiej *Aleksander Rothert*, który prowadził wykłady z elektrotechniki i trakcji elektrycznej już przed pierwszą wojną światową. Jako członek delegacji austro-węgierskiej był pierwszym Polakiem uczestniczącym w pracach Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej (JEC) zajmującej się również zagadnieniami elektrotrakcyjnymi.

Początki elektryfikacji PKP

Po zakończeniu pierwszej wojny światowej, w ramach scalania wyzwolonych ziem w jeden organizm polityczno-gospodarczy, podjęte zostały również prace nad dostosowaniem układu komunikacyjnego kolei do nowych potrzeb. W pierwszym rzędzie, peryferyjne skrawki sieci kolejowych trzech zaborów, należało przebudować i przekształcić w jednolity system w służbie gospodarki polskiej. W ramach olbrzymich prac rozpoczęto również odbudowę i modernizację warszawskiego węzła kolejowego. Przy tej pracy spotkały się zbieżne inicjatywy dwóch wielkich indywidualności polskiej nauki i techniki komunikacyjnej, profesorów Politechniki Warszawskiej *Aleksandra Wasiutyńskiego* (1859—1944) i *Romana Podoskiego*. Prof. A. Wasiutyński w 1919 r. w pierwszym projekcie przebudowy i rozwoju wwk przewidującym m. in. budowę czterotorowej linii średnicowej zaproponował przebiegi pociągów między stacjami Warszawa Wsch. i Warszawa Zach. w tym również ok. jednokilometrowym tunelem, za pomocą trakcji elektrycznej. Prof. R. Podoski opracowując zagadnienia elektryfikacji linii średnicowej, znacznie je poszerzył i wykazał, że rozpoczynając elektryfikację w wwk należy ją w następnej kolejności wprowadzić na główne linie kolejowe przechodzące przez Warszawę. Powiązanie rozpoczęcia wprowadzania trakcji elektrycznej z rekonstrukcją wwk, największym osiągnięciem polskiego kolejnictwa w okresie międzywojennym, niewątpliwie w bardzo dużym stopniu przyczyniło się do rozpoczęcia elektryfikacji PKP. W 1919 r. zostało powołane Międzyministerialne Biuro Studiów Elektryfikacji Kolei. W oparciu o wykonane opracowania rozpoznawcze Komisja rządowa w 1921 r. podjęła uchwałę o elektryfikowaniu kolei polskich prądem stałym 3 kV, uzyskiwanym z podstacji prostownikowych. Na zlecenie w/w Komisji prof. R. Podoski opracował koncepcyjny projekt elektryfikacji kolei w Polsce, obejmujący elektryfikację wwk oraz linie Warszawa—Kraków—Katowice, Warszawa—Poznań, Kraków—Przemyśl—Lwów.

Komisja ministerstwa Kolei do spraw przebudowy wwk uznała w 1926 r., że elektryfikacja rozpoczynana od 9-kilometrowego odcinka linii średnicowej, stopniowo będzie obejmować cały węzeł i wychodzące linie, aż do najbliższych parowozowni, co razem będzie stanowiło ponad 400 km tras kolejowych. Ze

względu na trudności finansowe oraz wszechwładne jeszcze na PKP panowanie parowozów, projekt elektryfikacji podzielony został na trzy etapy, przy czym realnie traktowany był tylko etap pierwszy, tj. elektryfikacja linii średnicowej oraz ruchu podmiejskiego do Żyrardowa, Otwocka i Mińska Maz.

Sytuacja ekonomiczna kraju w latach dwudziestych nie sprzyjała jednak zamierzeniom elektryfikacji kolei. Prawie po półtorawiekowej niewoli gospodarka mocno była zaniedbana. Polski przemysł elektrotechniczny zaczął się wyodrębniać i rozwijać dopiero od 1925 r. W zakresie urządzeń elektrotrakcyjnych podjął on w tym czasie zaledwie produkcję silników i niektórych aparatów dla lokomotyw dołowych oraz dla tramwajów, a więc dla urządzeń maksymalnie o napięciu do 600 V i mocy do 42 kW. Przemysł nie był w stanie podjąć się samodzielnej produkcji taboru ani urządzeń zasilających dla elektryfikacji napięciem 3,0 kV. Politechniki Warszawska i Lwowska dopiero od 1925 r. rozpoczęły zasilanie kraju inżynierami elektrykami i to w ilościach bardzo niewielkich. Począwszy od 1925 r. zgłaszający się dostawcy zagraniczni, za oferowane urządzenia żądali niekredytowej odpłatności względnie frapujących dla nich koncesji eksploatacyjnych.

Nadchodzący kryzys gospodarczy zmuszał do dalszych ograniczeń inwestycyjnych. W myśl takich sugestii, w początkach 1929 r. został wykonany przez zespół pracowników naukowych Pol. Warsz. pod kierunkiem prof. R. Podoskiego pierwszy projekt wstępny elektryfikacji kolei polskich, który przez długi okres czasu był dokumentem szeroko wykorzystywanym w działalności przy elektryfikacji kolei.

Mimo licznych jeszcze trudności i sprzeciwów, w 1930 r. w ministerstwie Kolei ugruntowało się przekonanie, że elektryfikacja WVK staje się koniecznością i w większym lub mniejszym zakresie musi być zapoczątkowana jej realizacja. W konsekwencji tego utworzono komórkę organizacyjną pod nazwą Biuro Elektryfikacji Warszawskiego Węzła Kolejowego. Kierownikiem BEWWK mianowano mgr inż. *Jana Bruski-Kasyna* (1890—1960). Mniej więcej w tym samym czasie, Izba Przemysłowo-Handlowa w Krakowie w oparciu o wykonane prace prognostyczno-studialne nad zagadnieniami aktywizacji gospodarczej regionu krakowsko-podhalańskiego, wystąpiła do władz państwowych z postulatem elektryfikacji linii kolejowej z Krakowa do Zakopanego.

W 1931 roku komisja ministerialna pod przewodnictwem prof. *Leona Staniewicza* po zapoznaniu się z aktualnymi zagadnieniami elektryfikacji kolei we Francji, Włoszech, Szwajcarii i Niemczech potwierdziła słuszność decyzji z 1921 r. tj. elektryfikowania PKP prądem stałym o napięciu 3,0 kV.

W latach 1931 i 1932 pogłębiający się kryzys gospodarczy i związany z tym spadek przewozów kolejowych w dalszym ciągu uniemożliwiły rozpoczęcie prac elektryfikacyjnych. Ministerstwo Kolei w ramach oszczędności zlikwidowało BEWWK, chociaż działalność jego była potrzebna przynajmniej do przeprowadzenia analiz i porównań ofert zagranicznych oraz przygotowywania materiałów do ewentualnych pertraktacji. Zanosilo się na dłuższy zastój w sprawie elektryfikacji kolei, gdyby nie inicjatywa grupy angielskich przedsiębiorstw elektryfikacyjnych, która zaproponowała stronie polskiej sfinansowanie na warunkach kredytowych prac związanych z modernizacją

i elektryfikacją WWK. Po stosunkowo długich pertraktacjach, w dniu 2 sierpnia 1933 r. zawarta została umowa na elektryfikację tzw. I etapu WWK tj. linii średnicowej oraz ruchu podmiejskiego do Otwocka, Żyrardowa i Mińska Maz. Zakres prac obejmował 106 km linii kolejowych, budowę 230 km sieci trakcyjnej, 6 podstawic prostownikowych oraz dostawę 6 lokomotyw ciężkich, 4 lekkich oraz wyposażenia dla 76 elektrycznych zespołów trakcyjnych. Część kredytowej sumy zastrzeżona została na zakup krajowych materiałów i urządzeń oraz na płace dla polskiego personelu, zatrudnionego przy budowie taboru trakcyjnego, tj. w fabrykach: Lilpop Rau i Loewenstein w Warszawie, Cegielskiego w Poznaniu, w fabryce wagonów w Sanoku oraz w fabryce lokomotyw w Chrzanowie. Przekazanie do eksploatacji w dniu 2 września 1933 r. linii średnicowej przechodzącej na długości ok. 1 km tunelem, ze względu na jego zadyminowanie ograniczające przelotność do 4 pociągów na godzinę pogłębiło pilność elektryfikacji przynajmniej linii średnicowej. Dla realizacji umowy, przedsiębiorstwa brytyjskie utworzyły wspólny organ: „Contractors Committee for the Electrification of Polish Railways”, w skrócie zwany „CC”, który uruchomił w Warszawie własne biuro budowy. Kierowało ono m. in. pracami montażowymi sieci i podstawic trakcyjnych, elektrycznych zespołów trakcyjnych oraz budową 4 lokomotyw wykonywanych na podstawie dokumentacji dostarczonej z Anglii.

Równolegle z uruchomieniem biura budowy przez „CC” strona polska zorganizowała komórkę pod nazwą Kierownictwo Elektryfikacji Węzła Warszawskiego, przemianowane w 1934 r. na Biuro Elektryfikacji Węzła. Pierwszym kierownikiem biura został mgr inż. *Aleksander Skibiński*, a po jego nagłym zgonie kierownictwo objął mgr inż. *Alfred Karlsbad*, jeden z pierwszych absolwentów trakcji elektrycznej (1925 r.) Politechniki Warszawskiej. Z ramienia BEW komisarzem odbiorczym dostaw angielskich, mianowany został mgr inż. *Józef Zieliński*, który po zakończeniu budowy objął stanowisko kierownika działu trakcji elektrycznej w DOKP Warszawa.

W latach 1933 do 1935 stosunkowo nieliczne grono polskich specjalistów podstawowo było zaangażowane przy:

- uzgadnianiu rozwiązań projektowych, warunków technicznych dostaw i robót, nadzorze budowlanym, odbiorach, uruchamianiu obiektów i dochodzeniu do zamierzonych zdolności przewozowych,
- dokonywaniu odbiorów od dostawców angielskich i polskich, montujących tabor i urządzenia zasilające w oparciu o podstawowe wyposażenie angielskie,
- organizowaniu eksploatacji urządzeń elektrotrakcyjnych,
- opracowywaniu prac studialnych, rozwojowych oraz w zakresie słownictwa, mianownictwa i przepisów technicznych.

Przy ustalaniu zakresów kooperacji, strona polska dążyła do przenoszenia jak największej ilości dostaw urządzeń i wykonywania robót konstrukcyjnych i budowlanych do realizacji przez przedsiębiorstwa krajowe. Działalność taka przygotowywała kadry i przemysł, a ponadto w pewnym stopniu ożywiała gospodarczo stosunkowo słabo rozwinięty rynek krajowy. Prace budowlano-montażowe rozpoczęto na linii otwockiej w pierwszej połowie 1935 r.

W dniu 15 grudnia 1936 r. uruchomiono pierwsze zelektryfikowane do obsługi ruchu pasażerskiego odcinki linii kolejowych z Warszawy do Otwocka i do Pruszkowa o łącznej długości ok. 40 km. W dniu 22 maja 1937 r. zelektryfikowane linie kolejowe przedłużono o 30-kilometrowy odcinek z Pruszkowa do Żyrardowa, a 15 grudnia 1937 r. o 36-kilometrowy odcinek z Warszawy Wsch. do Mińska Maz., realizując tym samym elektryfikację 106 km linii WWK objętych umową z 1933 r.

Zastosowane urządzenia do elektryfikacji WWK na ówczesne czasy były nowoczesne. Lecz jak czasami się zdarza przy nowych i dużych przedsięwzięciach tak i tu, w pierwszych miesiącach eksploatacji ujawniło się szereg przykrych niedomagań jak np.:

- częste przepalanie się przewodów jezdnych sieci trakcyjnej w rejonach izolacyjnych przerw powietrznych prześleń naprężenia bądź w rejonach postoju wagonów ogrzewczych,
- niesprawne działanie hamulców elektropneumatycznych,
- częste uszkodzenia wsporników tunelowych sieci trakcyjnej,
- liczne przebicia izolacji w silnikach trakcyjnych występujące na połączeniach uzwojeń czołowych z komutatorem.

W akompaniamencie ostrej krytyki adwersarzy elektryfikacji, usterki stosunkowo szybko zostały usunięte i zelektryfikowane koleje przejęły obsługę podmiejskich przewozów pasażerskich na trzech głównych kierunkach WWK. Radykalna poprawa warunków dojazdów na zelektryfikowanych liniach, znaczne skrócenie czasu jazdy, zwiększenie częstotliwości kursowania pociągów, zyskały szybką i pełną akceptację społeczeństwa. Pionierzy elektryfikacji PKP, łamiąc liczne uprzedzenia i niechęci, udowodnili, że w warunkach polskich elektryfikacja kolei również niezależnie od dużych możliwości technicznych w zakresie usprawniania ruchu pociągów, przy tym przy znacznie niższych kosztach, przyniosła wraz z sobą szybki kompleksowy postęp we wszystkich urządzeniach kolejowych i duże korzyści społeczne.

Rozwój elektryfikacji PKP

Bezpośrednio po wyzwoleniu Warszawy, bo już od 25 stycznia 1945 r. pracę nad odbudową zniszczonych urządzeń trakcji elektrycznej wznowił dział elektrotechniki DOKP w Warszawie oraz dwie jednostki liniowe, tj. elektrowozownia na st. Grochów i oddział elektrotechniczny Warszawa Wsch.

Całością spraw odbudowy kierował mgr inż. *Zygmunt Figurzyński* (1911—1975), późniejszy zasłużony współpracownik wielu instytucji zajmujących się zagadnieniami trakcji elektrycznej oraz profesor wydz. elektrycznego Politechniki Warszawskiej. W pierwszym okresie przystąpiono do gromadzenia materiałów niezbędnych do odbudowy urządzeń trakcji elektrycznej na linii otwockiej. Rewindykowany z Niemiec tabor elektryczny remontowano w warsztatach w Lubaniu Śląskim oraz w elektrowozowni Grochów. Ponieważ najdotkliwiej odczuwano braki w zakresie urządzeń zasilających, już w 1945 r. zawarta została umowa ze szwedzkim przedsiębiorstwem ASEA na dostawę dwóch podstawic przewoźnych każda o mocy 3 MW oraz kompletnego wyposażenia o mocy 9 MW dla podstawic stałej w Brwinowie.

Powyższe działania wraz z rozpoczęciem w kraju produkcji osprzętu, izolatorów i przewodów dla sieci trakcyjnej umożliwiły odbudowę elektryfikacji WWK. Dla zasilania podstacji w Otwocku wybudowano nową linię 35 kV z rozdzielni energetycznej w Jeziornie.

W początkach 1946 r. dla zintensyfikowania różnych poczynań w zakresie odbudowy, została powołana Dyrekcja Odbudowy WWK, której dyrektorem mianowano mgr. inż. Stanisława Pietkiewicza. W dniu 14 lipca 1946 r. dokonano uroczystego otwarcia ruchu elektrycznego na odbudowanym odcinku z Warszawy Wsch. do Otwocka.

Dalsza odbudowa i elektryfikacja PKP wymagała dostaw taboru oraz urządzeń zasilających. Przemysł krajowy po zniszczeniach wojennych wciąż nie był w stanie podjąć się niezbędnych dostaw. W dniu 26 kwietnia 1947 r. zawarta została druga umowa z ASEA na znacznie większą partię dostaw m. in. elektrycznych zespołów trakcyjnych, lokomotyw elektrycznych, wyposażenia dla podstacji, kabin sekcyjnych i nastawni sterowania zdalnego. Bezpośrednio po zawarciu w/w umowy, rozpoczęto organizowanie jednostki służbowej do prowadzenia bieżących i rozwojowych zadań elektryfikacji PKP.

W jesieni 1947 r. powołane zostało Biuro Elektryfikacji Kolei i podległy mu Oddział Elektryfikacji Kolei, do którego zadań należało wykonawstwo robót montażowych i nadzór nad robotami budowlanymi. Dyrektorem BEK został mianowany mgr inż. *Stanisław Kuczborski*. Również w 1947 r. rozpoczęto prace nad elektryfikacją kolei na wybrzeżu gdańskim, gdzie usprawnienie komunikacji a szczególnie pasażerskiej stało się barierą dla dalszego szybkiego rozwoju aglomeracji Trójmiasta.

W początkach 1949 r. PKP zawarły umowę z przedsiębiorstwami angielskimi na dostawę wyposażenia, aparatury i maszyn elektrycznych do odbudowy i budowy elektrycznych zespołów trakcyjnych i lokomotyw. W oparciu o dostawy urządzeń zasilających ze Szwecji, wznowiono ruch pociągów elektrycznych z Warszawy do st. Mińsk Maz. w dniu 14 września 1948 r. W konsekwencji podjętej w 1948 r. uchwały KERM, w BEK zostały rozpoczęte intensywne prace projektowe nad elektryfikacją pierwszej w Polsce magistralnej linii kolejowej z Warszawy do Katowic. Linia ta wymagała bardzo szerokiej modernizacji polegającej m. in. na zasadniczej przebudowie i dostosowaniu układów torowych na stacjach, budowie peronów zapewniających bezpieczeństwo podróży, budowie nowoczesnych urządzeń zrk, budowie urządzeń energetycznych i łączności, przebudowie i budowie obiektów inżynierskich itp.

Po odbudowie wiaduktów, mostu na Wiśle, przykrycia tunelu linii średnicowej oraz urządzeń elektrotrakcyjnych, w dniu 23 czerwca 1949 r. pociągi elektryczne dotarły do Warszawy Śródmieście.

W piątą rocznicę wyzwolenia Warszawy, tj. w dniu 17 stycznia 1950 r., zostały przywrócone do Żyrardowa, dzięki czemu został osiągnięty stan elektryfikacji WWK z okresu przed agresją hitlerowską.

W dniu 4 marca 1951 r. uruchomiono pierwsze pociągi elektryczne z Gdańska Gł. do Nowego Portu.

W dniu 14 marca 1952 r. w WWK zelektryfikowano linie do Tłuszcza i Błonia oraz łącznicę Zielonka—Rembertów. Przekazano również do eksploatacji elektrowozownię na st. post. Ochota. Zapoczątkowane zostały prace projektowe dla ZNTK w Mińsku Maz. Ze

względem na znacznie zwiększający się zakres działalności, w końcu 1952 r. Ministerstwo Kolei przeprowadziło reorganizację BEK, powołując:

- Centralny Zarząd Elektryfikacji Kolei — do kierowania całością prac elektryfikacji kolei,
- Przedsiębiorstwo Kolejowych Robót Elektryfikacyjnych — do prowadzenia budowy i montażu urządzeń,
- Biuro Projektów Elektryfikacji Kolei — do prowadzenia prac projektowych i studialnych.

Część personelu z BEK została przeniesiona do Instytutu Naukowo-Badawczego Kolejnictwa, do ZNTK w Mińsku Maz. (w budowie) oraz jednostek przemysłu taborowego.

W 1953 r. wykonano dużą ilość opracowań projektowych i studialnych oraz budowlanych dla znacznego zakresu linii Warszawa—Katowice. W Gdyni Chylonii przekazano do eksploatacji nowoczesną elektrowozownię. Przemysł krajowy zapoczątkował produkcję wyposażenia i aparatury taborowej oraz urządzeń zasilających na napięcie 3 kV. W podstacjach trakcyjnych po raz pierwszy zastosowano prototypowe transformatory prostownikowe produkcji krajowej.

W 1954 r. uruchomiono pociągi elektryczne z Warszawy do Łodzi Fabrycznej. Czas jazdy pociągów skrócony został prawie o godzinę oraz kilkakrotnie wzrosła częstotliwość ich kursowania. W oparciu o importowane wyposażenia elektryczne, Pafawag rozpoczął produkcję 8 lokomotyw BoBo serii EP-02 o mocy godzinowej 1600 kW i prędkości maksymalnej $V_m = 110$ km/godz., przeznaczonych do obsługi ruchu osobowego, udawadniając tym samym opanowanie bardzo ważnego etapu przygotowań do podjęcia pełnej produkcji taboru elektrycznego.

W 1955 r. przemysł krajowy uruchomił produkcję transformatorów o mocy 3640 kVA w układzie dwunastofazowym a niedługo po tym — o mocy 3000 kVA w układzie sześciofazowym z chłodzeniem naturalnym. W oparciu o dokumentację uzyskaną z ZSRR rozpoczęto prace adaptacyjne w zakresie wdrażania produkcji maszyn i aparatów elektrycznych dla lokomotyw i jednostek elektrycznych. W biurach projektów rozpoczęto samodzielne opracowywanie układów elektroenergetycznych zasilających trakcję elektryczną, dotychczas wykonywanych przez Politechnikę Warszawską. W budowie sieci trakcyjnych, projektowanych już w pełni według krajowych standardów rozpoczęto eliminowanie przewodów i wyposażenia zastępczych. Wybudowane zostały doświadczalne odcinki sieci trakcyjnej podwieszanej na słupach prefabrykowanych, żelbetowych i wstępnie sprężonych. Z końcem roku CZEK został włączony do Centralnego Zarządu Trakcji i do Departamentu Inwestycji MK.

W 1956 r. z podstacji Koluszki po raz pierwszy wyprowadzono zasilacze napowietrzne 3 kV zamiast kablowych. W tym roku przemysł krajowy znacznie rozszerzył produkcję aparatury rozdzielczej prądu stałego 3 kV. Między innymi wyprodukowano wyłączniki szybkie, styczniki i bezpieczniki, przy czym bezpieczniki na zakresy wyłączania od 3 do 125 A reprezentowały światowy poziom jakości i wyróżnione zostały nagrodą państwową.

W 1957 r. miało miejsce szereg bardzo ważnych zdarzeń dla elektryfikacji PKP. Przekazana została do eksploatacji pierwsza linia magistralna z Warszawy przez Częstochowę i Katowice do Gliwic. Wyniki eksploatacyjne wykazały, że prędkość pociągów elektrycz-

nych w stosunku do parowych wzrosła, dla pociągów pasażerskich z 40,8 do 65,3 km/godz., a dla towarowych z 29 do 49 km/godz. W stosunku do eksploatacji trakcją parową uzyskano 60% oszczędności węgla i poważne oszczędności wagonów. Elektryfikacja na długi okres czasu znacznie usprawniła transport kolejowy na kierunku Śląsk—Warszawa.

Również w 1957 r. przemysł taborowy w oparciu o wcześniej uzyskaną z ZSRR dokumentację, rozpoczął produkcję sześciosiowych lokomotyw serii ET-21 o mocy 2400 kW, prędkości maksymalnej 100 km/godz.

W następnych seriach wprowadzono udoskonalenia w części mechanicznej i elektrycznej m. in. obniżając ciężar ze 120 na 114 ton. Lokomotywa ta do czasu zaprzestania jej produkcji została wykonana w ok. 600 egzemplarzach. Uzyskane doświadczenia inwestycyjne i eksploatacyjne umożliwiły Ministerstwu Komunikacji opracowanie założeń generalnych elektryfikacji kolei w Polsce, które posłużyły m. in. do podjęcia przez Ministra znamiennej decyzji zaniechania od 1957 r. zakupu lokomotyw parowych dla PKP. We wspomnianych wyżej założeniach ustalony został również podział zadań na sieci PKP pomiędzy trakcję elektryczną i spalinową. W oparciu o powyższe, rozpoczęto opracowanie założeń generalnych rozmieszczenia zaplecza eksploatacyjnego dla taboru obydwu nowoczesnych i uzupełniających się trakcji.

W 1958 r. elektryfikacja kolei uzyskuje szereg dalszych osiągnięć. Przemysł rozpoczyna produkcję elektrycznych zespołów trakcyjnych EW-55. ZNTK w Mińsku Maz. po okresie rozruchu dochodzą do opanowania pełnego zakresu napraw. Również w Mińsku Maz. została uruchomiona krajowa prototypowa podstacja trakcyjna z prostownikami rtęciowymi dostosowana zarówno do pracy eksploatacyjnej jak i do prowadzenia badań aparatury elektrycznej dla potrzeb kolei i przemysłu. Wskutek ograniczenia w ostatnich latach stosowania materiałów zastępczych i polepszenia jakości materiałów konstrukcyjnych, nastąpiła widoczna poprawa stopnia niezawodności sieci trakcyjnej. Od 1958 r. następuje wyraźne zmniejszenie importowanych urządzeń dla elektryfikacji PKP.

W 1959 r. pociągi elektryczne przejmują ruch na linii Katowice—Kraków. Na odcinku z Krakowa do Szczakowej zmontowane zostały pierwsze podstacje z wyposażeniami krajowymi. Ze względu na szybkie tempo budowy i wysoce skomplikowany stopień robót, zarówno w zakresie DOKP Katowice jak i DOKP Kraków na placach budowy nadzory inwestorskie sprawowali projektanci z kolejowych biur projektów.

W 1960 r. uzyskane zostało połączenie trakcją elektryczną Katowic z Wrocławiem przez Opole. Stan elektryfikacji PKP wzrósł do 1026 km sieci kolejowej. Uruchomione zostały elektrowozownie Kraków Płaszów, Katowice Zachód i Gliwice. Wzdłuż elektryfikowanych linii rozpoczęto budować napowietrzne linie do zasilania odbiorów tzw. nietrakcyjnych. MK wspólnie z MGİE znacznie usprawniły wzajemną współpracę poprzez sprecyzowanie kierunkowych zasad i rozwiązań odnośnie współpracy państwowego systemu sieci elektroenergetycznej z układami zasilania trakcji elektrycznej.

W 1961 r. przemysł taborowy na bazie elektrycznych zespołów trakcyjnych EW-55, rozpoczął produkcję jednostek EN-57, początkowo przystosowanych tylko do niskich peronów i różniących się od swego pierw-

wzoru tylko konstrukcjami mechanicznymi i wyższym standardem wyposażenia wnętrza. Wkrótce, po dalszym unowocześnieniu stały się one uniwersalną i podstawową serią zarówno dla ruchu podmiejskiego jak i lokalnego. Wobec znacznego ustabilizowania dostaw zaopatrzenia techniczno-materiałowego, między projektantami a wykonawcami została zapoczątkowana bliższa współpraca w zakresie unifikacji rozwiązań układowych i konstrukcyjnych sieci trakcyjnej, linii energetycznych, podstacji i kabin sekcyjnych. W ciągu tego roku w środowiskach zawodowych i stowarzyszeniach SITK i SEP odbyło się szereg konferencji i narad, w szczególności dotyczących perspektywicznego programu elektryfikacji PKP oraz celowości, zmiany systemu elektryfikacji na system jednofazowego prądu przemiennej 25 kV o częstotliwości przemysłowej.

W sprawie pierwszej, postulowane znaczne zwiększenie dotychczasowego programu, ograniczającego się do elektryfikacji kilku wybranych linii o długości 5750 km.

W sprawie drugiej, po długich dyskusjach wyrażono pogląd, że dla warunków PKP zmiana systemu nie jest konieczna, a ponadto przereorganizowanie profilu produkcyjnego przemysłu, zwłaszcza taborowego, mogłoby spowodować zahamowanie tempa elektryfikacji, co ze względów przewozowych jest nie do przyjęcia.

W 1962 r. importowano z Anglii 20 lokomotyw elektrycznych BoBo serii EU06 o mocy 2000 kW i szybkości 125 km/h. Wraz z tymi lokomotywami zakupiono dokumentację licencyjną na produkcję lokomotyw w Polsce.

Uproszczenie i unowocześnienie układów elektrycznych i konstrukcyjnych, wprowadzenie w stosunkowo szerokim zakresie prefabrykowanych elementów budowlanych, usprawnienie organizacji dostaw materiałów na budowy, znaczna mechanizacja robót budowlano-montażowych oraz udowodniona w trudnych warunkach atmosferycznych ostrej zimy w 1962 r. wyższa niezawodność eksploatacyjna urządzeń trakcji elektrycznej nad pozostałymi, stworzyły warunki umożliwiające dalsze zwiększenie tempa elektryfikacji PKP. W realizacji zadań przewozowych, trakcja elektryczna w 1962 r. opanowała całkowity ich przyrost oraz rozpoczęła w coraz większym zakresie ich przejmowanie od trakcji parowej.

W wyniku powyższego, w 1963 r., gwałtownie wzrastają zadania elektryfikacyjne. Rząd PRL uchwałą nr 86/63 z dnia 23 lutego 1963 r. wdrożył postępowanie do elektryfikacji magistrali kolejowej Tarnowskie Góry—Gdynia. We wrześniu 1963 r. zostały opracowane założenia tego olbrzymiego przedsięwzięcia, obejmującego elektryfikację w/w linii magistralnej oraz odgałęzienia od Herbów Nowych do Częstochowy i od Karsznicy do Łodzi oraz elektryfikację szeregu łącznic w węzłach kolejowych. Łączna długość elektryfikowanych linii w ramach tego przedsięwzięcia wynosiła 712 km. Dla uściślenia zadań przewozowych i podstaw do rachunku ekonomicznego wykonane zostało dla magistrali Śląsk—Gdynia unikalne studium przewozowe z uwzględnieniem rozwoju gospodarczego rejonów z nią sąsiadujących. W studium tym po raz pierwszy określono przewidywane zadania przewozowe w masie netto z podziałem na 18 podstawowych grup ładunków sklasyfikowanych według nomenklatury GUS. Było to możliwe dzięki zastosowaniu metody bilansów produkcji i konsumpcji ważniejszych surowców, materiałów przemysłowych i rolnych na

podstawie lokalizacji wielkości ich produkcji i spożycia. W opracowaniu, przeprowadzono również koncentrację przewozów, przerzucając na magistralę pociągi z innych tras kolejowych. Założenia dla tej inwestycji, zostały przez KEREM zatwierdzone uchwałą nr 348/63 z dnia 22 października 1963 r. Realizację inwestycji przeprowadzono w następujących etapach:

- I — Tarnowskie Góry—Karsznice z odgałęzieniami do Częstochowy i Łodzi 220 km
- II — Karsznice—Bydgoszcz Gł. —Maksymilianowo 280 km
- IIIa — Maksymilianowo—Tczew 132 km
- IIIb — Tczew—Gdynia wraz z łącznicami w węźle gdańskim 80 km

W 1964 r. zelektryfikowane linie kolejowe w dwóch punktach osiągają granice państwowe, w Zebrzydowicach z CSRS i w Medyce z ZSRR. Z Warszawą połączenie elektryczne otrzymuje Poznań. Przemysł taborowy na bazie EU-06 rozpoczął produkcję lokomotywy serii EU-07, o ciężarze 80 ton, mocy 2000 kW, prędkości 125 km/godz. MK połączyło trzy biura pro-

jektów kolejowych działających w Warszawie w jedno pn. Centralne Biuro Studiów i Projektów Budownictwa Kolejowego. W tym i w następnym roku krajowy przemysł taborowy dostarczył dla kolei w Jugosławii dużą partię elektrycznych zespołów trakcyjnych.

W 1965 r. wprowadzono do działalności inwestycyjnej stosunkowo dużą ilość nowych i unowocześnionych rozwiązań, jak np.: linowe urządzenia naprężające o przekładni 1:4, słupy żelbetowe o przekroju prostokątnym, konstrukcje bramkowe montowane z elementów typowych, ulepszoną ochronę konstrukcji stalowych przed korozją, ujednolicone kryteria doboru i stosowania fundamentów prefabrykowanych, zaprogramowanie na maszynach matematycznych obliczeń zawieszonych poprzecznych i profilowania sieci trakcyjnej, pierwsze oparte na technice układów bezstykowych urządzenie uzależnień międzywyłącznikowych podstacji i kabiny sekcyjnej pracujące na jednej parze żył kabla dalekosiężnego, dwuczłonową kabinową rozdzielnię prądu stałego 3 kV, nowe układy automatyki w kabinach sekcyjnych, zasilacze napowietrzne prowadzone na konstrukcjach sieci trakcyjnej, kable w osłonach i w izolacji z polwinitu, urządzenia sygnalizacji



stanu napięciowego sieci trakcyjnej 3 kV znajdującej się w pobliżu kanałów rewizyjnych lub pomostów do napiaszczania.

W tym roku rozpoczęte zostały pierwsze prace studialne i projektowe nad zastosowaniem prostowników krzemowych w podstawach trakcyjnych.

W 1966 r. pociągi elektryczne z Wrocławia przez Wałbrzych osiągnęły Jelenią Górę. Na zelektryfikowanych stacjach linii kolejowych rozpoczęto montaż krajowych urządzeń sterowania lokalnego odłącznikami sieci trakcyjnej. Powołany przez Ministra Komunikacji zespół inżynierów i ekonomistów, na bazie Instrukcji Ogólnej Komisji Planowania przy RM opracował zasady rachunku ekonomicznego trakcji (REMT), a w tym również i tzw. progi opłacalności.

Zasadniczym celem tych materiałów, było ich stosowanie przy aktualizowaniu docelowego programu elektryfikacji PKP oraz ustalanie kolejności inwestowania poszczególnych ciągów komunikacyjnych.

W tym roku przemysł krajowy uruchomił produkcję prostowników krzemowych o mniejszych mocach. Zbudowany został również prototypowy zespół o mocy znamionowej 2180 kW, prądzie znamionowym 600 A z transformatorem o mocy 3600 kVA oraz prostownikiem krzemowym składającym się z 480 diod importowanych. W latach 1966 i 1967 laboratoryjnie i eksploatacyjnie zbadane zostały cztery różne zespoły krzemowe. Po uzyskaniu pomyślnych wyników, została rozpoczęta produkcja zespołów, początkowo z zastosowaniem prostowników PK-10/3,3.

W 1968 r. uzyskano połączenie trakcją elektryczną ze Śląska przez Kielce—Radom—Dęblin do Lublina. Minister Komunikacji zatwierdził założenia generalne modernizacji trakcji, przewidujące zwiększony program elektryfikacji kolei do 7000 km. Wprowadzenie prostowników krzemowych do podstawy, w szerokim zakresie stypizowanie i skatalogowanie wyposażenia sieci trakcyjnej, rozszerzenie stosowania eto, stworzyły dalsze coraz korzystniejsze warunki do usprawnienia gospodarki materiałowej, procesów projektowania i budowy.

W 1969 r. nastąpiło zakończenie największego na PKP przedsięwzięcia elektryfikacyjnego, tj. ciągu komunikacji kolejowej ze Śląska do Gdyni przez Karsznice—Bydgoszcz—Tczew—Gdańsk wraz z odgałęzieniami i łącznicami.

W 1970 r. zelektryfikowana została linia kolejowa z Poznania do Wrocławia przez Rawicz i Leszno oraz obwodnica warszawska ze Skierniewic do Pilawy i Mińska Maz. Na st. post. Warszawa Grochów przekazana została do eksploatacji nowoczesna elektrowozownia. Podjęta decyzja nr 21/7 Ministra Komunikacji z dnia 7 sierpnia 1970 r. w sprawie wdrożenia działalności inwestycyjnej w zakresie budowy magistrali kolejowej ze Śląska do Warszawy i północnych terenów kraju, zobowiązała również do dostosowania urządzeń trakcji elektrycznej do dużych prędkości ruchu pociągów.

W 1971 r. przekazano dalsze zelektryfikowane ciągi komunikacyjne m. in. Oświęcim—Częstochowa, Oświęcim—Spytkowice, Pilawa—Łuków. Stan zelektryfikowanej sieci kolejowej przekroczył 4000 km linii. Na konferencji naukowo-technicznej zorganizowanej przez SITK w dniach 16 i 17 grudnia m. in. stwierdzono, że bez trakcji elektrycznej, PKP nie byłyby w stanie podolać obecnym zadaniom przewozowym. Oszczędności, które trakcja elektryczna przyniosła już gospo-

darce narodowej m. in. tylko z tytułu zmniejszonego zużycia węgla, całkowicie zwróciły już nakłady na nią poniesione. W tym stanie rzeczy docelowemu programowi elektryfikacji PKP powinien ulec poważnemu zwiększeniu. Zakończone zostały badania nad unowocześnionym prostownikiem krzemowym PK 17/3,3, wykonanym w układzie przelączalnym, sześciofazowym z dławikiem wyrównawczym lub mostkowym trzyfazowym, z naturalnym chłodzeniem powietrzem. Przemysł rozpoczął stosowanie diod krajowych o prądzie znamionowym 200 A i maksymalnym napięciu wstecznym 1200 V. Począwszy od 1971 r. znacznemu unowocześnieniu uległo techniczne uzbrojenie pracy projektantów, co wpływało na jakość i ilość opracowań projektowych oraz usprawnianie procesów budowlanych i eksploatacyjnych.

Przemysł taborowy rozpoczął produkcję nowoczesnych lokomotyw sześciosiowych ET-22 o mocy 3000 KM oraz zbudował prototypowe egzemplarze lokomotyw dla prędkości 140 i 160 km/godz.

W 1972 r. zostały zelektryfikowane następujące odcinki sieci kolejowej: Warszawa Praga—Nasielsk, Legionowo—Zegrze, Wieliszew—Tuszczy, Mińsk Maz.—Tuszczy, Kalety—Kluczbork—Oleśnica—Wrocław, Garbatka—Kozienice—Świerze. Wybudowana została nowoczesna lokomotywownia w Skarżysku Kamiennej. Uzyskano pozytywne wyniki z zakończonych zadań eksploatacyjnych sieci trakcyjnej dla prędkości 160 km/godz. W opracowanym przez COBiRTK perspektywicznym programie, docelowy zakres elektryfikacji PKP zaproponowany został w wysokości 13 022 km z jego zakończeniem do 2000 r. Program ten został zatwierdzony przez Ministra Komunikacji w dn. 22 maja 1974 roku. Rozpoczęte zostały prace badawcze z zakresu rozruchu i hamowania tyrystorowego w jednostkach elektrycznych.

Wobec nienadążania w pełni zdolności przewozowych PKP za potrzebami szybko rozwijającej się gospodarki narodowej, Ministerstwo Komunikacji w 1973 r. podjęło szereg zintensyfikowanych działań w kierunku zwiększenia zakresu i tempa elektryfikacji kolei. Zelektryfikowane zostały następujące linie: Kozłów—Koniecpol—Częstochowa, Rybnik—Żory—Chybie, Mysłów—Oświęcim, Zduńska Wola—Sieradz, Herby Stare—Lubliniec—Paczyna. Na linii Wrocław—Poznań przekazane zostały do eksploatacji nowoczesne urządzenia sterowania zdalnego, produkcji krajowej. Przemysł taborowy rozpoczął prototypową produkcję unowocześnionych zespołów trakcyjnych EW-58, przeznaczonych w pierwszej kolejności dla aglomeracji gdańskiej i warszawskiej oraz wdrożył prace badawcze w zakresie jednostek elektrycznych dla b. dużych prędkości oraz lokomotyw dla b. dużych mocy.

W 1974 r. PKP uzyskały b. duży roczny przyrost zelektryfikowanych linii, wynoszący 418 km. Między innymi przekazano do ruchu następujące odcinki: Ostrów Wlkp.—Poznań, Kielce Herbskie—Koniecpol, Skawina—Sucha Beskidzka, Chybie—Wisła—Głębce, Wyczerpy—Siemkowice, Słotwiny—Tomaszów Maz., Łędziny—Makołowice, Chorzów Batory—Tarnowskie Góry. W pierwszej połowie tego roku Pafawag wyprodukowała 1000 lokomotywę elektryczną i 700 elektryczny zespół trakcyjny.

W 1975 r. zelektryfikowane zostały następujące odcinki sieci kolejowej: Sieradz—Oleśnica, Sucha—Zakopane, Zawiercie—Włoszczowa, Tomaszów—Idzikowice, Mińsk Maz.—Mrozy, Poznań—Rokietnica, Strzemieszy-

ce Płn.—Dąbrowa Górnicza. Zakończone badania poligonowe potwierdziły słuszność przyjętych rozwiązań układowych i konstrukcyjnych sieci trakcyjnej przewidzianej do prowadzenia pociągów z prędkością 250 km/godz. Podstawowe wskaźniki eksploatacyjne pociągów elektrycznych w 1975 r. uległy polepszeniu, dalsza ich poprawa będzie wymagała przede wszystkim: usprawnienia gospodarki lokomotywami, poprawienia płynności jazdy pociągów towarowych, skrócenie czasu napraw pojazdów. Dla lepszego wykorzystania zelektryfikowanych linii kolejowych zakupiono w CSRS partię ośmioosiowych lokomotyw o mocy 4000 kW.

W początkowych miesiącach pierwszego roku obecnego planu pięcioletniego (1976—1980) intensyfikującego dalszy rozwój gospodarczo-społeczny kraju, przekazano do eksploatacji zelektryfikowane odcinki linii kolejowych: Włoszczowa—Radzice i Tomaszów Maz.—Radom.

Według aktualnych obliczeń, wskaźniki ekonomicznej efektywności inwestycji kształtują się następująco:

dla trakcji elektrycznej	39 zł/10 ³ brtkm
dla trakcji spalinowej	76 zł/10 ³ brtkm.

Stan zelektryfikowania linii kolejowych i ich udział w pracy przewozowej przedstawia następujące zestawienie.

Znacznie wyższa sprawność eksploatacyjna trakcji elektrycznej, jej wysoka efektywność ekonomiczna oraz znacznie mniejsza uciążliwość dla naturalnego środowiska człowieka, nadają jej wciąż wysoką rangę w unowocześnianiu środków transportu. W Polsce, elektryfikacja kolei została rozpoczęta o ok. 30 lat później niż w gospodarczo wysoko rozwiniętych krajach Zachodu, w warunkach bez porównania trudniejszych, w gospodarczo zaniedbanym kraju przeszło 100-letnią niewolą, po dwukrotnych — za życia jednego pokolenia — niszczeniach naszych ziem pierwszą i drugą wojną światową. W początkowym okresie elektryfikacji, PKP korzystały z dorobku zarządów kolejowych i przemysłu innych państw, jednak cała podstawowa

Rok	Zelektryfikowana sieć kolejowa		Udział % pracy przewozowej w brtkm	
	w km	w %	w ruchu pasażer.	w ruchu towarow.
1938	106	0,5	—	—
1950	156	0,7	1,6	—
1955	477	2,1	8,3	—
1960	1026	3,8	13,7	5,9
1965	2227	8,3	23,5	21,9
1970	3872	16,7	33,6	44,1
1975	5588	23,3	42,3	52,2
1976-plan	5934	24,8	43,3	56,0

i obszerna dziedzina zbudowana została własnym krajowym wysiłkiem. Niektóre nasze rozwiązania odbiegają jeszcze nieco poziomem jakości i nowoczesności od rozwiązań światowych potęg elektryfikacyjnych, ale obecny dzielący nas dystans czasowy w produkcji taboru to przedział zaledwie kilku lat, a już nie ponad ćwierćwiecza.

Dzisiaj nikogo nie potrzeba już przekonywać, że trakcja elektryczna spełniła pokładane w niej nadzieje w opanowywaniu, w sposób racjonalny, szybko rosnących przewozów kolejowych. Główna zaleta trakcji elektrycznej tj. dysponowanie osiąganymi wielkimi mocami lokomotyw elektrycznych z możliwością znacznego ich przeciążenia, umożliwiającego osiąganie wysokich przyspieszeń, a więc i prędkości technicznych i handlowych oraz prowadzenie ciężkich pociągów towarowych jest nadal daleka od pełnego wykorzystania. A ponadto dalsza elektronizacja i automatyzacja rozwiązań technologicznych, konstrukcyjnych i eksploatacyjnych będzie te możliwości potęgować. Przy jubileuszowych przypomnieniach postulatów dużych i mniejszych można by sformułować wiele, ale ograniczając się do jednego, można życzyć, aby dalsza elektryfikacja PKP przebiegała w sposób możliwie maksymalnie zagospodarowujący jej właściwości dla dalszego przyspieszonego rozwoju gospodarczo-społecznego kraju.

doc. dr Sławomir Apuniewicz
mgr inż. Kazimierz Zieniuk

Inżynierowie z Politechniki Świętokrzyskiej w służbie zrił

Decyzję o utworzeniu w Radomiu placówki naukowo-dydaktycznej zajmującej się problematyką zabezpieczenia ruchu kolejowego zaczęto realizować w 1968 roku z chwilą przyjęcia do ówczesnej Kielecko-Radomskiej Wyższej Szkoły Inżynierskiej grupy kandydatów na wydział Transportu. Pierwsi inżynierowie transportu ze specjalnością „Zabezpieczenie ruchu” otrzymali dyplomy w roku 1973, uzupełniając kadrę służby zrił. W latach 1974—75 uczelnia, która w 1974 roku przekształciła się w Politechnikę Świętokrzyską, opuściły dwie następne grupy absolwentów tej specjalności, łącznie w liczbie 60 osób.

Oprócz specjalizacji „Zabezpieczenie ruchu” ośrodek Radomski Politechniki Świętokrzyskiej prowadził specjalizację „Ruch kolejowy”; obie specjalizacje w obecnie obowiązujących planach studiów stały się specjalnościami i zmieniły nazwy na: „Sterowanie ruchem w transporcie” oraz „Organizacja i technika transportu”. W Radomiu w ramach tych specjalności prowadzone są specjalizacje kolejowe. Od roku akademickiego 1976/77 zostanie uruchomiona trzecia specjalność — „Eksploatacja i użytkowanie pojazdów” również ze specjalizacją kolejową.

Uruchomienie studiów kierunku „Transport” wymagało zgromadzenia w uczelni odpowiedniej

kadry oraz przygotowania bazy laboratoryjnej. Część kadry etatowej zebrano angażując zainteresowanych pracą naukowo-dydaktyczną specjalistów z PKP; niektórzy przeszli z innych uczelni. Istniejące do dziś braki kadrowe uzupełniane są na zasadzie zlecenia zajęć dydaktycznych wybitnym specjalistom spoza uczelni. Również w zakresie bazy laboratoryjnej dużej pomocy udzieliły PKP w zgromadzeniu i zainstalowaniu niezbędnej aparatury. Specjaliści z PKP uczestniczyli również w ukierunkowaniu działalności dydaktycznej, uczestnicząc m. in. w naradzie na ten temat zorganizowanej w uczelni w 1971 r. oraz konsultując na bieżąco plany i programy studiów.

Grupa pracowników uczelni zajmująca się specjalizacją zabezpieczeniową utworzyła w początkowym okresie zespół zabezpieczenia ruchu pociągów. Po zmianie struktury uczelni w 1974 roku, polegającej na utworzeniu instytutów, powstał w ramach wydziału Transportu — Instytut Sterowania i Organizacji Transportu (ISOT), a specjaliści z zakresu sterowania ruchem kolejowym zostali włączeni jako grupa problemowa do składu osobowego Zakładu Automatyki i Pomiarów. Przy kolejnej korekcie struktury, polegającej w zasadzie na likwidacji wydziałów, ISOT został przekształcony w Instytut Transportu z uprawnieniami wydziału obejmujący 6 zakładów, przy czym Zakład Automatyki obejmuje grupę specjalistów sterowania ruchem kolejowym. Grupa ta równocześnie z działalnością dydaktyczną prowadzi prace naukowo-badawcze o tematyce związanej z potrzebami kolejnictwa.

Pierwszą podjętą w tym zakresie tematyką było opracowanie obwodu torowego bez złączy izolowanych, kwalifikującego się do eksploatacji w warunkach PKP. Opracowanie to w początkowej fazie polegało na ukształtowaniu kilku koncepcji bezzłączowego obwodu torowego (BOT), przeprowadzeniu szeregu analiz i wyborze koncepcji najwłaściwszej dla PKP. W dalszych etapach pracy zaprojektowano i skonstruowano model laboratoryjny urządzenia, przeprowadzono wyczerpujące badania laboratoryjne i terenowe tego modelu; na podstawie uzyskanych wyników określono warunki i kryteria stosowania BOT w kolejnictwie polskim oraz skonstruowano serię modeli eksploatacyjnych, które przekazano do COBiRTK w celu przeprowadzenia badań eksploatacyjnych.

Obecnie opracowywana jest tematyka urządzeń zabezpieczenia ruchu kolejowego dla małych posterunków ruchu; urządzeń budowanych z zastosowaniem elementów licencyjnego systemu zablokowanego. W tym zakresie dokonano wyboru jednej z opracowanych koncepcji i dla niej zaprojektowano szczegółowe rozwiązania schematowe oraz zbudowano model urządzeń, który poddawany jest obecnie badaniom laboratoryjnym. Wykonywany jest również projekt urządzeń dla obiektu doświadczalnego.

Oprócz tych dwóch dużych opracowań wykonano obszerne fragmenty prac z zakresu studiów modernizacyjnych sieci PKP związanych

z programem wprowadzania dużych prędkości, następnie opracowano projekty laboratoriów ruchu kolejowego i zabezpieczenia ruchu dla innych uczelni oraz pewne opracowania w zakresie komputeryzacji projektowania i metodyki syntezy bezpiecznych układów sterowania. Wyniki prac naukowo-badawczych były prezentowane na kilku konferencjach naukowych i naukowo-technicznych, trzy konferencje o zasięgu krajowym były w latach 1972—75 zorganizowane w uczelni.

Absolwenci dwóch pierwszych roczników specjalności „Sterowanie ruchem w transporcie” zostali w większości zatrudnieni w różnych jednostkach służby zrił (tablica).

Zatrudnienie absolwentów Wydziału Transportu Politechniki Świętokrzyskiej w służbie ZRiŁ

Lp.	Stanowisko DOKP							Razem
		monter — inżynier	laborant — inżynier	zawiadawca odcinka	kontroler lub insp. nadzoru	pracownik działu Zabezpieczenia	kierownik lub inżynier budowy	
1	Centralna	—	1	1	—	1	1	4
2	Wschodnia	11	—	2	2	1	2	18
3	Południowa	5	1	1	—	—	1	8
4	Dolnośląska	—	—	—	—	2	—	2
5	Śląska	—	2	—	3	—	—	5
6	Północna	2	2	—	—	—	1	5
7	Pomorska	2	—	—	—	—	—	2

Okres zatrudnienia pierwszych dwóch roczników jest może zbyt krótki, aby można było ukształtować jednoznaczne opinie o ich pracy, tym nie mniej oceny sformułowane przez naczelników zarządów zrił brzmią następująco:

Centralna DOKP — „Przygotowanie zawodowe absolwentów Politechniki Świętokrzyskiej jest bardzo dobre; wykazują dużo inicjatywy w pracy, zaangażowania zawodowego, umiejętności współzycia z pracownikami oraz duże wyrobienie społeczne. Młodej uczelni należy pogratulować wyników w pracy dydaktycznej i wychowawczej nad kształtowaniem postawy społecznej i zawodowej młodych inżynierów”.

Wschodnia DOKP — „Przygotowanie zawodowe absolwentów Politechniki Świętokrzyskiej jest bardzo dobre; posiadają umiejętność samodzielnego myślenia, są dobrze przygotowani społecznie do pracy. Kadrze naukowo-dydaktycznej Politechniki Świętokrzyskiej należą się słowa uznania za właściwe przygotowanie inżynierskiej kadry zabezpieczeniowej do pracy zawodowej”.

Południowa DOKP — „Inżynierowie zabezpieczenia z Politechniki Świętokrzyskiej posiadają odpowiednie przygotowanie teoretyczne do pracy, z nałożonych obowiązków wywiązują się dobrze, mimo że posiadają niewielkie doświadczenie praktyczne”.

Śląska DOKP — „Absolwenci Wydziału

Transportu Politechniki Świętokrzyskiej należy wywiązywać się z powierzonych obowiązków, właściwie wykorzystując zdobytą wiedzę techniczną przy rozwiązywaniu problemów pracy zawodowej; dążyć do poznania sumienia, obowiązku i dyscyplinowania pracowników, którzy po zdobyciu wiedzy praktycznej wyka-

zuja predyspozycje do kierowania zespołami pracowniczymi”.

Przytoczone opinie mogą stanowić podstawę przekonania, że sposób i tryb kształcenia inżynierów transportu w Politechnice Świętokrzyskiej odpowiada potrzebom resortu komunikacji.

prof. Mirosława Dąbrowa-Bajon

Instytut Transportu
Politechniki Warszawskiej

Modernizacja programów nauczania i nowy regulamin studiów w Instytucie Transportu Politechniki Warszawskiej

Rola szkolnictwa wyższego w naszym kraju była przedmiotem szczególnej uwagi VI Zjazdu PZPR. Z Uchwały VI Zjazdu wyniknęły dla uczelni technicznych zadania ustalenia systemu kształcenia zaspakajającego potrzeby gospodarki narodowej, a co za tym idzie opracowania planów i programów gwarantujących odpowiedni profil i poziom kształconych absolwentów.

Intensyfikację kształcenia, potrzebę modernizacji programów, a także metod kształcenia podkreślono również w Uchwale VI Kongresu Techników Polskich.

Na podstawie wspomnianych Uchwał Ministerstwa Nauki Szkolnictwa Wyższego i Techniki podjęto prace, efektem których jest wprowadzenie nowego regulaminu studiów i modernizacja programów nauczania. Celowym wydaje się przekazanie przyszłym odbiorcom kształconych obecnie specjalistów, którzy zresztą w większości są również absolwentami naszej uczelni, przekazać kilka uwag dotyczących wprowadzonych zmian.

Instytut Transportu Politechniki Warszawskiej kształci łącznie dla potrzeb komunikacji na studiach dziennych około 600 studentów rocznie w specjalnościach: organizacja i technika transportu, eksploatacja i utrzymanie pojazdów oraz sterowanie ruchem.

Specjalność „organizacja i technika transportu” przygotowuje specjalistów przydatnych do organizowania procesów transportowych i kierowania ich przebiegiem — w szczególności w zakresie transportu kolejowego, lecz z uwzględnieniem potrzeb i możliwości zintegrowanego systemu transportowego oraz optymalizacji wykorzystania środków technicznych oraz metod organizacji i zarządzania.

Specjalność „eksploatacja i utrzymanie pojazdów” kształci absolwentów przygotowanych do opracowywania kompleksowych procesów technologicznych obsługi technicznej i napraw

pojazdów — w szczególności samochodowych, do projektowania układów zaplecza technicznego transportu samochodowego oraz projektowania urządzeń do badań diagnostycznych i urządzeń obsługowo-naprawczych pojazdów samochodowych.

Specjalność „sterowanie ruchem w transporcie” obejmuje dwie specjalizacje: sterowanie ruchem kolejowym i sterowanie ruchem miejskim.

Śluchacze specjalizacji „sterowanie ruchem drogowym” otrzymują wiadomości w zakresie organizowania, projektowania, budowy i utrzymania systemów sterowania ruchem drogowym.

Studenci specjalizacji „sterowanie ruchem kolejowym” są przygotowani do organizowania, projektowania, budowy oraz utrzymania systemów sterowania ruchem kolejowym, przy uwzględnieniu nowych technik i nowych elementów w urządzeniach sterowania ruchem.

Przewiduje się zatrudnianie ich, co również może zainteresować czytelników „PKE”, na linii, w dyrekcjach rejonowych i okręgowych kolei państwowych, w kolejowych zakładach zabezpieczenia ruchu i łączności, kolejowych biurach projektów, centrach informatycznych, w placówkach naukowo-badawczych, a także w przedsiębiorstwach transportowych poza resortem komunikacji, jak np. w transporcie przemysłowym. Cykl kształcenia został skrócony z 5 do 4,5 lat, tygodniowy wymiar zajęć obejmuje 32 godziny. Tego rodzaju założenia są dowodem zaufania do umiejętności samodzielnego przyswajania wiadomości i organizowania nauki. Dlatego też zniesiono rejestrację semestralną i wprowadzono rejestrację roczną.

Dla studentów, którzy wyróżniają się zdolnościami, a także umiejętnością systematycznej i indywidualnie organizowanej nauki wprowadza się studia według programów indywidualnych. Celem ich może być skrócenie czasu stu-

diów bądź ukierunkowanie zgodnie z zainteresowaniami studenta.

Powiększono wymiar praktyk kursowych i dyplomowych łącznie do 4,5 miesiąca w czasie trwania studiów. Zapewniono szeroki profil wykształcenia obejmujący przedmioty wspólne dla kierunku w wymiarze 75 %, przedmioty specjalnościowe — 16 % i przedmioty specjalizacyjne na ok. 9 %. Powiększono wymiar zajęć laboratoryjnych i ćwiczeniowych, a szczególnie projektowych, ograniczając liczbę godzin wykładów z poszczególnych przedmiotów. Na semestrze dziewiątym wykonywana jest praca dyplomowa o czasochłonności około 800 godzin. Absolwenci otrzymują tytuł mgr inż. transportu z określeniem ukończonej specjalności.

Studia w Instytucie Transportu mają charakter eksploatacyjno-techniczny i organizacyjny. Szeroka baza wykształcenia podstawowego obejmuje obok przedmiotów ogólnospołecznych obszernie podstawy dyscyplin wspólnych dla wszystkich specjalności. Zaliczamy tu m. in. przedmioty takie jak:

matematyka — z uwzględnieniem nowoczesnych działań obejmujących podstawy logiki i teorii mnogości, metody numeryczne, programowanie liniowe, rachunek prawdopodobieństwa, teorię grafów, badania operacyjne, teorię masowej obsługi, metody optymalizacji;

elektroniczna technika obliczeniowa — w ramach którego to przedmiotu studenci przyswajają sobie umiejętność korzystania z metod i sprzętu informatycznego przerabiając podstawy, z których następnie korzystają przy rozwiązywaniu zadań specjalistycznych w ramach prac przejściowych oraz prac dyplomowych; studenci posiadają do dyspozycji laboratorium informatyki wyposażone w maszynę cyfrową „Odra 1325” oraz dwa minikomputery — systemu MERA 30 oraz Tektronix, do których mają bezpośredni dostęp, samodzielnie układając zadane programy i przygotowując dane;

podstawy teorii eksploatacji i niezawodności — przedmiot dający teoretyczne podstawy oceny niezawodnościowej i metod eksploatacji systemów i obiektów transportowych oraz urządzeń i elementów zaliczanych do wyposażenia technicznego układów i środków transportowych;

teoria systemów transportowych — będąca podstawą struktur organizacyjnych wielkich systemów jakimi są systemy transportowe.

Poza wymienionymi przedmiotami podstawowymi każda ze specjalności w wymiarze dla siebie koniecznym zawiera podstawy mechaniki, konstrukcji maszyn, podstawy elektrotechniki, elektroniki, automatyki. Na specjalności „sterowanie ruchem” przeważają przedmioty z branży elektrycznej i elektronicznej, gdzie uwzględnia się najnowocześniejsze osiągnięcia techniki ucząc studentów m. in. tworzenia układów dla celów sterowania przy wykorzystaniu różnorodnych technik układów scalonych. Do przedmiotów charakteryzujących specjalność sterowania zaliczamy, prowadzone wspólnie dla obydwu specjalizacji **teoretyczne podstawy sterowania**.

W ramach przedmiotów specjalizujących studentów sterowania ruchem kolejowym otrzymują wiadomości niezbędne dla scharakteryzowania układów torowych i środków trakcyjnych oraz procesów technologicznych ruchu kolejowego, dla których dalszy proces kształcenia obejmuje projektowanie systemów i urządzeń sterowania ruchem. Pod tym mianem rozumiemy urządzenia, których rolą jest w pierwszej kolejności zabezpieczenie ruchu, a więc zapewnienie spełnienia określonych wymogów bezpieczeństwa. Ponieważ jednak poza tą zasadniczą rolą zadania współczesnych systemów transportowych wysuwają w stosunku do urządzeń zabezpieczających również wymogi szybkiego i niezawodnego nie tylko w sensie uchybów bezpieczeństwa działania, umożliwiającego centralizację, dalece idącą automatyzację i optymalizację prowadzenia ruchu, dawnym urządzeniom zabezpieczenia ruchu przypisujemy nazwę o znaczeniu szerszym — mianowicie nazwę urządzeń sterowania ruchem.

Do przedmiotów przekazujących studentom wiedzę w tym zakresie zaliczamy: elementy i układy sterowania ruchem kolejowym oraz systemy stacyjnych i liniowych urządzeń srk. Obejmują one opisy działania podstawowych elementów i systemów obecnie stosowanych w kraju, systemów zagranicznych, a także wyniki badań nad nowymi elementami i strukturami systemów jak np. badań nad stosowaniem elementów elektronicznych z uwzględnieniem elektronicznych układów bezpiecznych w technice sterowania oraz zastosowania informatyki.

Dużą wagę przywiązujemy do zadań laboratoryjnych i prac przejściowych, gdzie studenci samodzielnie badają elementy i zestawy urządzeń symulując ich działanie w różnych warunkach pracy oraz projektują systemy sterowania dla zadanych układów torowych i sytuacji ruchowych.

Tematyka prac przejściowych związana jest z tematyką prac naukowo-badawczych prowadzonych w Instytucie na zlecenia gospodarki narodowej oraz z pracami w kole naukowym, a także z pracami realizowanymi przez studentkie centrum naukowe. Prace te często są także związane z tematyką prac dyplomowych. Ciekawe, ale jednocześnie trudniejsze tematy wymagają pogłębienia wiedzy, bądź szczególnego ukierunkowania i stanowią genezę podejmowania studiów indywidualnych. Największym zainteresowaniem cieszą się tematy związane ze stosowaniem informatyki w sterowaniu ruchem. W tym zakresie do ciekawszych spośród wykonanych prac dyplomowych można zaliczyć:

1. Zestaw algorytmów i procesów współpracy minikomputera z nastawnicą elektroniczną dla rejestrowania i wybierania dróg jazdy i dróg ochronnych.
2. Zestaw algorytmów i programów dla celów zdalnego sterowania i kontroli przy wykorzystaniu minikomputera MERA.
3. Elektroniczny system awizacji numerów pociągów współpracujący z nastawnicą elektroniczną.

Praca pierwsza stanowi podsumowanie studiów indywidualnych i uzyskała nagrodę I stopnia w konkursie na najlepsze prace dyplomowe wykonane w roku 1975 organizowanym przez resort komunikacji.

Tematyka podejmowanych prac dyplomowych wynika także od fundatorów stypendiów, z których korzystają studenci bądź z zapotrzebowania dokp i innych placówek resortowych oraz pozaresortowych zainteresowanych tematyką z zakresu sterowania ruchem. Do przykładów tego rodzaju prac wykonanych w ostatnich latach możemy zaliczyć:

1. Metoda i aparatura do regulacji parametrów obwodów torowych.
2. Opracowanie koncepcji zastosowania przełożonych przekładnikowych urządzeń zrk do wielokrotnego tymczasowego stosowania.
3. Koncepcja sterowania ruchem w kopalnictwie.

Warto wspomnieć, że problemy aktualne do rozwiązania w kolejowej służbie zabezpieczenia ruchu były również podejmowane i z powodzeniem rozwiązywane w ramach prac dyplomowych prowadzonych w Instytucie na studiach podyplomowych. Kontakty z inżynierami praktykami są dla nas szczególnie cenne. Dlatego

też za zgłoszenie na adres dyrekcji (Warszawa, ul. Koszykowa 75 pok. 103) dalszych problemów nurtujących specjalistów z dziedziny sterowania ruchem, które mogą stanowić tematy prac przejściowych i dyplomowych, będziemy wdzięczni wszystkim inżynierom mającym do czynienia z techniką sterowania. Również cenić sobie będziemy wysoko każdą wypowiedź dotyczącą zakresu i treści programu nauczania oraz stosowanych przez nas form dydaktycznych. Doświadczenia inżynierów posiadających już praktykę zawodową, którymi podzielicie się z nami przyczynią się do pełniejszej realizacji założeń jakie wymieniałam na wstępie niniejszego artykułu.

Naszą wspólną drogą do osiągnięcia wytkniętego celu jakim jest jak najlepsze przygotowanie do pełnienia funkcji zawodowych przyszłych specjalistów sterowania ruchem kolejowym jest również udział czynnych już zawodowo inżynierów w akcji opieki nad studentkami praktykami kursowymi, a szczególnie dyplomowymi. Życzliwa opieka i fachowa rada oraz przykład mogą odegrać ogromną rolę w wyrobieniu u przyszłego specjalisty zamiłowania do wykonywania w przyszłości pracy, nawyku solidnego podejścia do realizowanych zadań i zainteresowania problematyką inżynierską.

mgr inż. Włodzimierz Rohloff

Urządzenia telekonferencyjne systemu kolejowego

Ukończenie przez Kolejowe Zakłady Łączności w Bydgoszczy pierwszego etapu prac konstrukcyjno-badawczych nad nowym systemem kolejowych urządzeń telekonferencyjnych obejmującego wykonanie i zainstalowanie prototypu w Ministerstwie Komunikacji, stworzyło sytuację umożliwiającą w najbliższych latach wprowadzenie nowych urządzeń na całą telekonferencyjną sieć łączności PKP. Urządzenia prototypowe pracujące aktualnie w MK przechodzą próbną eksploatację, po której podjęta zostanie ostateczna decyzja o wdrożeniu ich do eksploatacji. Na podstawie pierwszego miesiąca badań, można już stwierdzić, że jakość tych urządzeń i ich stopień nowoczesności predysponują je do powszechnego stosowania, gwarantując wysoką jakość transmitowanych rozmów i niezawodność eksploatacyjną.

Opis ogólny urządzeń TELKON

Oznaczenie. Dla nowej konstrukcji urządzeń telekonferencyjnych przyjęto nazwę roboczą „TELKON” i oznaczenie: „TELEKONFERENCYJNE URZĄDZENIA KOLEJOWE TYP TkUK”. Wszystkie zespoły wchodzące w skład

urządzeń telekonferencyjnych będą miały przed swoim oznaczeniem typu cechę „Tk”.

Określenie. W nowym systemie urządzeń telekonferencyjnych wprowadzono szereg określeń dla poszczególnych zespołów lub członów:

- TkUR — TELEKONFERENCYJNY UKŁAD ROZGAŁĘŻNY; jest to urządzenie pozwalające na realizację sieci telekonferencyjnej w układzie z wieloma punktami nadawania i odbioru,
- TkPS — TELEKONFERENCYJNY PUNKT SALOWY; jest to urządzenie stanowiące wyposażenie abonenta końcowego w sali telekonferencyjnej,
- TkPA — TELEKONFERENCYJNY PUNKT ABONENCKI; jest to urządzenie stanowiące wyposażenie końcowego abonenta indywidualnego czynnego,
- TkPN — TELEKONFERENCYJNY PUNKT NASŁUCHOWY; jest to urządzenie stanowiące wyposażenie końcowego abonenta indywidualnego biernego, przystosowane wyłącznie do nasłuchu telekonferencji,

— TkZP — TELEKONFERENCYJNY ZESPÓŁ POŚREDNICZĄCY; jest to urządzenie umożliwiające przyłączenia grupy końcowych abonentów indywidualnych TkPA i TkPN z miejscowym układem rozgałęźnym TkUR.

Cel i przeznaczenie. Urządzenia telekonferencyjne są współczesnym i nowoczesnym środkiem łączności w organizacji zarządzania, w granicach okręgów, województw względnie całego kraju. System telekonferencji zapewnia łączność pomiędzy wszystkimi abonentami telekonferencyjnymi, umożliwiając operatywne zarządzanie na wszystkich szczeblach struktury organizacyjnej. Przyszłościowe systemy informacyjnego zarządzania oparte na środkach automatycznego przetwarzania informacji (tele-dacja) nie spowodują eliminacji konwencjonalnych systemów telekonferencyjnych, ponieważ w zarządzaniu zawsze będą istniały problemy i sprawy wymagające ustnych informacji i wspólnych konsultacji pomiędzy poszczególnymi członami aparatu organizacyjnego. Szczególne znaczenie mają urządzenia telekonferencyjne dla tych jednostek, które posiadają duże tereny zarządzania, jak np. koleje, energetyka, komunikacja autobusowa itp. Zasadniczym przeznaczeniem urządzeń telekonferencyjnych typu Tk jest ich stosowanie na całej sieci PKP.

Techniczne dane ogólne. System telekonferencyjny TELKON jest przystosowany do współczesnej organizacji PKP. Do cech charakterystycznych tego systemu należy zaliczyć:

- wielopoziomowy układ pracy,
- możliwość kojarzenia wszystkich poziomów w jeden wspólny system telekonferencyjny,
- przewodzenie oddzielnych telekonferencji na każdym poziomie,
- całkowitą uniwersalność urządzeń.

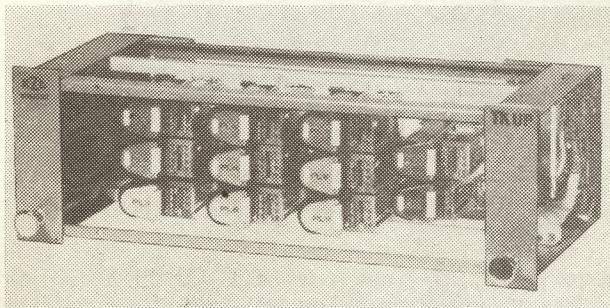
W systemie telekonferencji TELKON różni się następujące rodzaje urządzeń:

- TkCMK — Telekonferencyjna centrala MK
- TkCD — Telekonferencyjna centrala dyrekcyjna (konstrukcja identyczna dla DOKP i DRKP)
- TkPS — Telekonferencyjny punkt salowy
- TkUR — Telekonferencyjny układ rozgałęźny
- TkPA — Telekonferencyjny punkt abonencki quasiduplexowy (abonent aktywny)
- TkPN — Telekonferencyjny punkt abonencki nasłuchowy (abonent bierny).

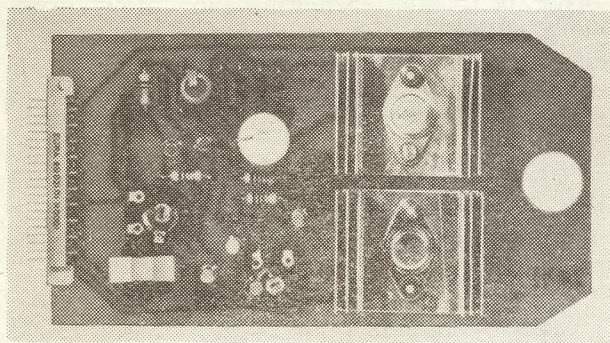
Łączy telekonferencyjne. W sieci telekonferencyjnej powinny być używane dalekosiężne łączy telefoniczne wybrane z wiązek sieci ogólnoeksploatacyjnej PKP. Jeżeli pozwalają na to względy ekonomiczne, celowe jest stosowanie stałych łączy telekonferencyjnych. W każdym jednak przypadku musi istnieć możliwość wymiany łączy na inne lub zastępcze. Łączy sieci telekonferencyjnej powinny odpowiadać wymaganiom technicznym, stawianym dalekosiężnym łączom telefonicznym PKP, jednakże ze względu na rodzaj sieci telekonferencyjnej, powinny one w szczególności zapewniać dobrą stabilność i niezawodność połączeń, możliwie szerokie

pasmo przenoszenia (zalecane 300—3400 Hz) oraz małe zniekształcenia amplitudowe i częstotliwościowe. Łączy używane do telekonferencji mogą być realizowane w systemie nośnym i naturalnym. W przypadku łączy naturalnych, łączy te powinny być z zasady łączyami dwutorowymi wzmacnianymi. Możliwość użycia w niektórych relacjach (o małej tłumienności wynikowej) łączy jednotorowych lub dwutorowych niewzmacnianych może być określona na podstawie analiz technicznych, wykonywanych w ramach projektu technicznego danej sieci dyrekcyjnej. Dla zapewnienia dobrej pracy urządzeń telekonferencyjnych, przewiduje się stosowanie sygnalizacji ciągłości pracy łączy. W przypadku łączy naturalnych wzmacnianych lub niewzmacnianych, stosowane będą układy kontroli ciągłości pracy łączy jako wyposażenie dodatkowe.

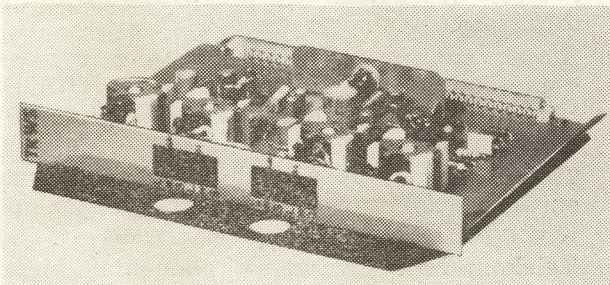
Budowa urządzeń. W konstrukcji telekonferencyjnej urządzeń TELKON przyjęto modułowy system uniwersalny MSU. Stojaki centrali telekonferencyjnych wyposażone są w zespoły MSU (rys. 1), MSU-1000 (rys. 2) i MSU-2000 (rys. 3).



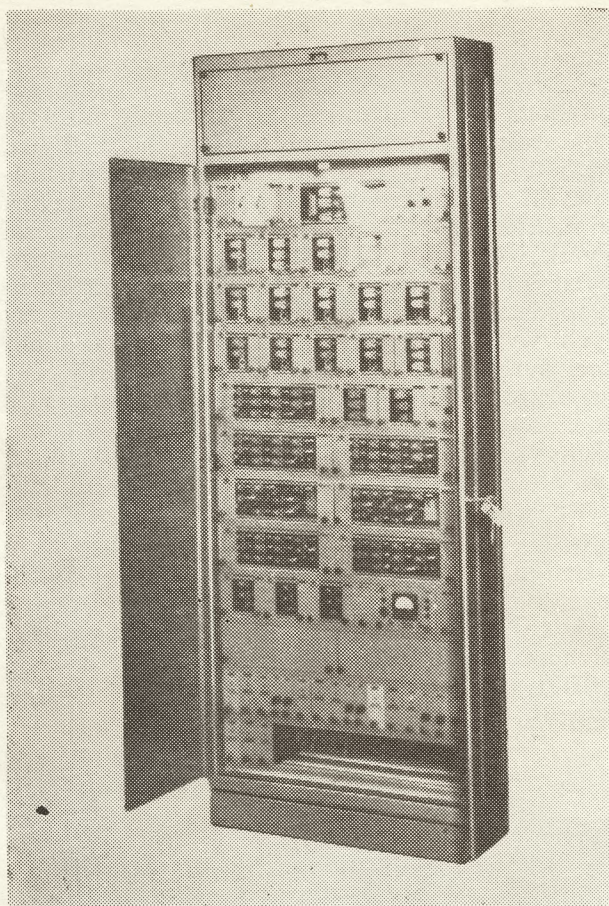
Rys. 1. Zespół przekąźnikowy systemu MSU



Rys. 2. Wzmacniacz kolumnowy w wersji MSU-1000



Rys. 3. Wzmacniacz szynowy w wersji konstrukcyjnej MSU-2000



Rys. 4. Konstrukcja stojakowa systemu MSU

Centrala telekonferencyjna składa się z jednego (MK) lub dwóch (DOKP i DRKP) stojaków szafowych metalowych zamykanych. Na rysunku 4 pokazano konstrukcję stojaka systemu MSU.

Aparaty telekonferencyjne abonentów „czynnych” składają się ze skrzynki aparatuwej, głośnika i mikrofonu. Ostateczna jednak wersja konstrukcyjna aparatu telekonferencyjnego ustalona zostanie w wyniku doświadczeń eksploatacyjnych.

Części składowe urządzeń telekonferencyjnych TELKON. W skład systemu telekonferencyjnego TELKON wchodzi następujące urządzenia:

- Stojak centrali telekonferencyjnej MK oznaczony symbolem typu TkSM,
- Stojak dyrekcyjnej centrali telekonferencyjnej sieci magistralnej w przypadku DOKP i sieci okręgowej w przypadku DRKP, oznaczony symbolem typu TkSD-1.
- Stojak centrali telekonferencyjnej dyrekcyjnej sieci okręgowej w przypadku DOKP i sieci rejonowej w przypadku DRKP, oznaczony symbolem typu TkSD-2.
- Telekonferencyjny quasidupleksowy aparat abonenta „aktywnego” oznaczony symbolem typu TkPA.
- Telekonferencyjny aparat abonenta „biernego” (nasłuchowy), oznaczony symbolem typu TkPN.

f. Telekonferencyjne urządzenie salowe składające się z rozdzielnika salowego, 1 lub 2 kolumn głośnikowych oraz pulpitu manipulacyjnego przewodniczącego telekonferencji. Poszczególne zespoły wchodzące do punktu salowego TkPS otrzymują symbole typu:

- Pulpit manipulacyjny TkPSM-4 (dla 4 wyjść mikrofonowych),
- Rozdzielnik salowy TkRS (moc wyjściowa wzmacniacza kolumnowego 4 W).

g. Liniowy punkt rozgałęźny symbol typu TkURL.

Konstrukcja stojaka centrali MK odbiega od konstrukcji stojaków central dyrekcyjnych. Stojaki central dyrekcyjnych przystosowano do ich maksymalnego wyposażenia. Liczba podzespołów wyposażenia będzie zależała wyłącznie od lokalnych warunków eksploatacyjnych.

Aparat telekonferencyjny abonenta „aktywnego” typ TkPA. Zasada pracy abonenta końcowego „aktywnego” jest system quasidupleksowy. Aparat TkPA jest urządzeniem głośnomówiącym umożliwiającym prowadzenie telekonferencji za pomocą mikrofonu i głośnika (rys. 5). Zasilanie lokalne z sieci prądu przemienne 220 V lub prądu stałego 24 V albo 60 V.

Cechy eksploatacyjne:

- włączenie się do telekonferencji po załączeniu przełącznika „NADAWANIE”,
- sygnalizacja optyczna stanu zasilania i nadawania.



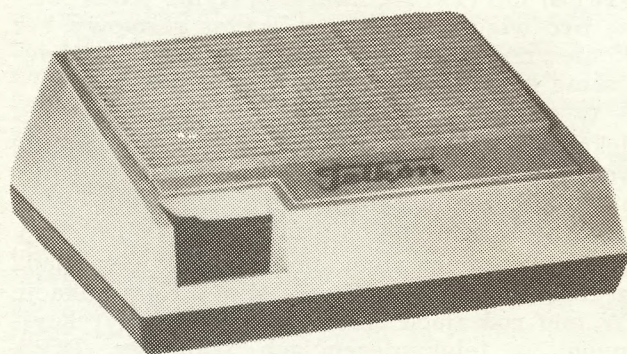
Rys. 5. Pulpit z mikrofonem aparatu abonenta „aktywnego”

Aparat telekonferencyjny nasłuchowy abonenta „biernego” TkPN. Aparat abonencki nasłuchowy typ TkPN (rys. 6) ma za zadanie jedynie informowanie abonenta o przebiegu telekonferencji. Jako zasadę przyjęto zasilanie zdalne od stojaka centrali telekonferencyjnej. W przypadku zbyt dużych odległości aparatu TkPN od centrali telekonferencyjnej, możliwe jest stosowanie dowolnego źródła prądu stałego o napięciu w granicach od 9 do 60 V.

Wyposażenie sali telekonferencyjnej. Dla sal telekonferencyjnych przewidziano następujący zestaw urządzeń:

- pulpit manipulacyjny z czterema wyjściami do mikrofonów, wyposażony we wskaźnik wysterowania oraz zespół rozmówny łączności wewnętrznej do operatora urządzeń centrali telekonferencyjnej,
- rozdzielnik salowy z wzmacniaczami kolumn głośnikowych,
- jedną lub dwie kolumny głośnikowe,
- mikrofony dynamiczne w liczbie od 1 do 4.

Urządzenia sal telekonferencyjnych pracują w systemie dwupiętrowym. Z uwagi na dwupięt-



Rys. 6. Aparat abonenta „biernego”

sową pracę, niezbędne jest odpowiednie przystosowanie sal telekonferencyjnych pod względem wytłumienia szkodliwych sprzężeń akustycznych. Jest to podstawowy warunek prawidłowej pracy dwupiętrowego systemu telekonferencyjnego.

Stojak centrali telekonferencyjnej MK typ TkSM. Wszystkie obwody do abonentów aktywnych i biernych, linii dalekosiężnych głównych i awaryjnych oraz sali telekonferencyjnej skoncentrowane są na stojaku TkSM. Stojak ten posiada następujące wyposażenie:

- zespoły linii dalekosiężnych (głównych i awaryjnych) dla 13 linii,
- zespoły abonentów lokalnych biernych lub aktywnych dla 25 abonentów,
- stojakowy układ rozgałęźny,
- zespół pomiarowo-kontrolny,
- zespół nasłuchowo-rozmówny,
- zespół łączności wewnętrznej do pulpitu sali telekonferencyjnej,
- zespół lub dodatkowy pulpit operatora, wyposażony w przełączniki do blokowania łączności w kierunku przychodzącym.

Załączenie linii i abonentów sygnalizowane jest optycznie za pomocą lampki umieszczonej w zespole abonenckim i liniowym.

Stojaki centrali dyrekcyjnej okręgowej i rejonowej. Zmiana struktury organizacyjnej PKP, jaka miała miejsce w 1975 roku, wpłynęła na możliwość ujednolicenia konstrukcji i układów stojaków central DOKP i DRKP. W centralach obydwóch szczebli rozróżnia się w zasadzie dwa układy telekonferencyjne: układ telekonferen-

cji zewnętrznej i układ telekonferencji wewnętrznej (lokalnej).

Na szczeblu DOKP telekonferencją zewnętrzną będzie telekonferencja magistralna, a wewnętrzną — okręgowa do siedzib poszczególnych DRKP. Na szczeblu DRKP telekonferencją zewnętrzną stanowić będzie telekonferencja do nadrzędnej DOKP, a wewnętrzną — z DRKP do jednostek liniowych. Cechą znaną nowych urządzeń telekonferencyjnych TELKON jest możliwość ominięcia centrali DRKP i prowadzenie telekonferencji bezpośrednio od DOKP do jednostek liniowych.

Stojak dyrekcyjny centrali telekonferencyjnej sieci magistralnej DOKP i okręgowej DRKP. Stojak dyrekcyjny centrali telekonferencyjnej sieci magistralnej dla DOKP i okręgowej dla DRKP wyposażony jest w następujące podzespoły:

- zespoły abonentów lokalnych biernych lub aktywnych dla około 25 abonentów,
- zespół przełączający abonentów lokalnych z telekonferencji magistralnej na okręgową w przypadku DOKP oraz z telekonferencji okręgowej na rejonową w przypadku DRKP,
- stojakowy układ rozgałęźny,
- zespół komutujący telekonferencyjną sieć magistralną z siecią okręgową (DOKP) oraz sieć okręgową z rejonową (DRKP),
- zespół pomiarowo-kontrolny,
- zespół nasłuchowo-rozmówny,
- zespół łączności wewnętrznej do pulpitu sali telekonferencyjnej.

Stojak dyrekcyjny centrali telekonferencyjnej sieci okręgowej w przypadku DOKP i sieci rejonowej dla DRKP. Konstrukcja tego stojaka jest w zasadzie podobna do opisanego uprzednio. Jedyną różnicą jest dodatkowe jego wyposażenie w zespoły linii dalekosiężnych głównych i awaryjnych dla około 10 linii.

Zasada działania urządzeń TELKON

Telekonferencyjny układ rozgałęźny TkUR. Głównym elementem tworzącym sieć telekonferencyjną jest telekonferencyjny układ rozgałęźny, który oznaczono symbolem TkUR.

Telekonferencyjny układ rozgałęźny ma za zadanie rozdzielić prądy rozmówne płynące z jednego kierunku (łącza telekonferencyjnego) na pozostałe kierunki (łącza), przy czym w ramach układu prądy te nie powinny „wracać” do kierunku nadawania. Układ TkUR pozwala jednocześnie na realizację sieci w systemie łączności z wieloma punktami nadawania i odbioru (multi-drop line), dzięki czemu uzyskiwana jest oszczędność łączy telekonferencyjnych.

Układ TkUR może mieć n wejść i n wyjść. Do jednego z punktów wejść-wyjść może być dołączony lokalny telekonferencyjny punkt salowy (TkPS) lub zespół pośredniczący (PkZP) wraz z przynależnymi telekonferencyjnymi punktami abonenckimi (TkPA). Połączenie to przeprowadzane jest na takich samych zasadach

jak dołączenie dalekosiężnego łącza telekonferencyjnego.

Telekonferencyjny punkt salowy TkPS służy do zapewnienia uczestnictwa w telekonferencji większej grupie osób. TkPS wymagają odpowiednio przystosowanych akustycznie pomieszczeń, zapewniających wysoką jakość odtwarzanych sygnałów. Telekonferencyjny punkt salowy wyposażony jest w:

- Odbiorcze urządzenie głośnikowe (wzmacniacz i głośnik), służące do nagłośnienia sali gromadzącej kilku lub kilkunastu uczestników telekonferencji,
- 1 do 4 mikrofonów (ze wzmacniaczem mikrofonowym),
- Pulpit manipulacyjny „lokalnego przewodniczącego” mający lampki kontrolne i przełączniki wciskowe dla każdego załączanego mikrofonu. Poza tym, w pulpicie znajdują się: przełącznik odbierania głosu abonenta, wskaźnikysterowania, układ rozmowny łączności wewnętrznej do operatora centrali telekonferencyjnej oraz gniazdo wtyczkowe umożliwiające podłączenie magnetofonu do zapisu i odtwarzania.

Każdy z mikrofonów TkPS może być włączony do pracy tylko oddzielnie, przy czym włączenie jednego z mikrofonów uniemożliwia włączenie pozostałych.

Całość urządzeń głośnomówiących (kierunek głośnikowy i mikrofonowy) może pracować w tzw. układzie wzajemno-rozmownym dwuplexowym lub quasideksowym.

(Układ dwuplexowy — umożliwia równocześnie nadawanie i odbiór rozmowy).

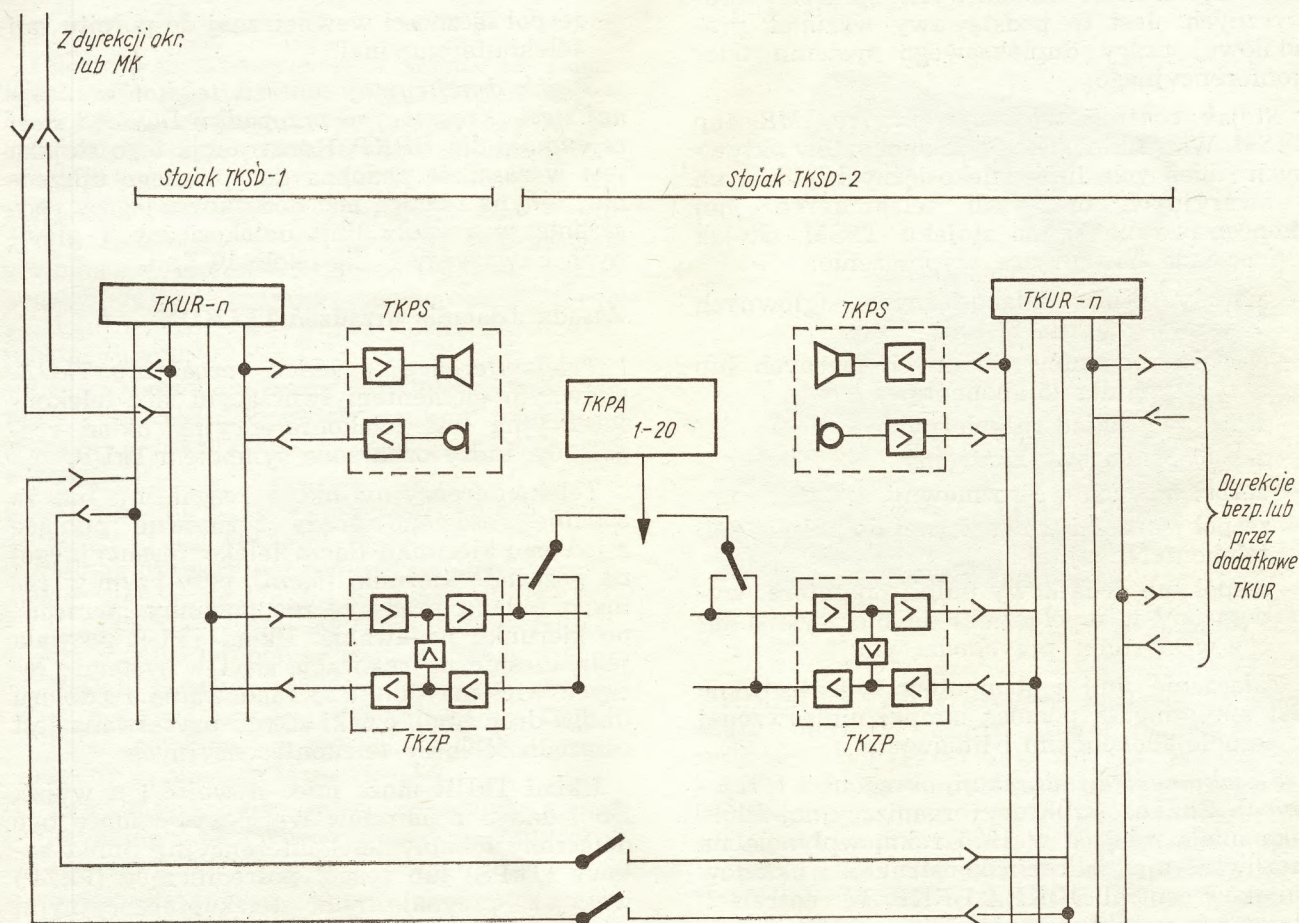
(Układ quasideksowy — umożliwia również jednoczesne nadawanie i odbiór rozmowy, jednakże w chwilach nadawania odbiór jest częściowo przytłumiony, co ma na celu lepszą eliminację sprzężeń elektroakustycznych pomiędzy głośnikami a mikrofonem).

W stanie spoczynkowym, gdy na sali nikt nie zabiera głosu, mikrofon jest wyłączony. Ma to na celu eliminację zakłóceń i potocznych rozmów z sali, mogących wpływać na całość transmisji w sieci telekonferencyjnej.

W trakcie rozmowy i wzajemnej wymiany zdań z innymi punktami telekonferencji (TkPS) lub (TkPA), mikrofon (tylko jeden) może być włączony przez cały czas rozmowy bez konieczności dokonywania manipulacji przełączania kierunków „nadawanie—odbior”.

W zależności od organizacji prowadzenia telekonferencji, wszystkie TkPS są wzajemnie rozmowne a „przewodnictwo” udzielane jednemu z TkPS dla prowadzenia danej telekonferencji jest ustalone na drodze administracyjnej.

W sieci centralnej przewodnictwo posiada z reguły TkPS Ministerstwa Komunikacji. W obu rodzajach sieci: centralnej i dyrekcyjnych, w telekonferencjach pomiędzy TkPS, „zgłoszenie się do głosu” i „udzielanie głosu” jest przeprowadzane wyłącznie na drodze ustnej bez zastosowania jakiegokolwiek sygnalizacji lub manipulacji.



Rys. 7. Sposób włączenia TkPS w centrali dyrekcyjnej

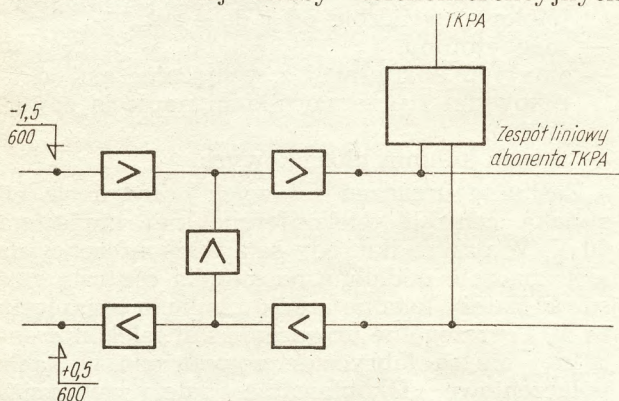
Na rysunku 7 pokazano blokowy układ włączenia telekonferencyjnego punktu salowego TkPS w centrali dyrekcyjnej.

Telekonferencyjny punkt abonencki TkPA. Punkt abonencki TkPA jest przeznaczony dla abonenta aktywnego to jest takiego, który bierze czynny udział w telekonferencji ze swojego stanowiska pracy. Układ pracy punktu abonenckiego TkPA jest quasiduplexowy, w którym nadawanie informacji wiąże się z koniecznością manipulacji przełącznikiem „NADAWANIE” z częściowym wytłumianiem kierunku przychodzącego. Po włączeniu w centrali telekonferencyjnej punktu abonenckiego TkPA do sieci telekonferencyjnej i włączeniu przez abonenta zasilania aparatu, urządzenie abonenckie w stanie spoczynkowym jest przygotowane do odbioru. Generalnie przyjmuje się, że punkty abonenckie typu TkPA będą stanowiły wyjątkowe wyposażenia sieci telekonferencyjnej z uwagi na to, że pomieszczenia dla zainstalowania tych aparatów z reguły nie spełniają odpowiednich wymagań akustycznych.

Ograniczenie uprawnień abonentowi aktywnemu, wynika z danych technicznych telekonferencyjnych łączy doprowadzeniowych, które z reguły nie spełniają wymagań takich jak dla łączy dalekosiężnych, a często są liniami jednorowowymi.

Użytkownik TkPA, chcąc zabrać głos w telekonferencji, może to uczynić w dowolnej chwili, jednakże ze względów porządkowych powinien uprzednio poprosić o udzielenie mu głosu. Odbieranie abonentowi TkPA głosu możliwe jest z pulpitu lokalnego przewodniczącego telekonferencji. W przypadku telekonferencji kojarzonych przez kilka szczebli, na życzenie przewodniczącego telekonferencji odebranie głosu abonentowi TkPA może się odbyć ze stojaka lokalnego za pośrednictwem operatora, któremu polecono dokonanie takiej czynności.

Telekonferencyjne zespoły pośredniczące TkZP są przeznaczone do równoległego włączenia dowolnej liczby telekonferencyjnych



Rys. 8. Telekonferencyjny zespół pośredniczący

punktów abonenckich TkPA(N) i miejscowego punktu rozgałęźnego TkUR. Na rysunku 8 pokazano blokowy układ TkZP.

Liczba włączanych do TkZP telekonferencyjnych punktów abonenckich jest w zasadzie dowolna. Przewiduje się w stojaku MK 25 zespołów abonenckich. W stojakach dyrekcyjnych liczba zespołów abonenckich jest analogiczna.

Dane techniczne

Aparat telekonferencyjny abonenta aktywnego TkPA

- Poziom wejściowy sygnału akustycznego od —1,7 Np do 0 Np.
- Poziom wyjściowy sygnału akustycznego 0 Np.
- Moc wyjściowa wzmacniacza głośnikowego powyżej 300 mW lub przy stosowaniu przystawki powyżej 4 W.
- Zniekształcenia nieliniowe przy mocy maksymalnej, poniżej 5 %.
- Zasilanie 24 V lub 60 V.
- Charakterystyka przenoszenia 300—3400 Hz z nierównomiernością ± 3 dB.
- Rodzaj pracy — quasiduplexowy.

Aparat telekonferencyjny abonenta „biernego” nasłuchowy TkPN.

- Poziom wejściowy sygnału akustycznego od —3 Np do 0 Np.
- Moc wyjściowa wzmacniacza głośnikowego powyżej 300 mW.
- Zasilanie zdalne od stojaka centrali telekonferencyjnej lub lokalne ze źródła prądu stałego 9÷60 V.
- Zniekształcenia nieliniowe poniżej 5 % przy maksymalnej mocy 300 mW.
- Charakterystyka częstotliwościowa 300 do 3400 Hz ± 3 dB.

Wyposażenie sali telekonferencyjnej

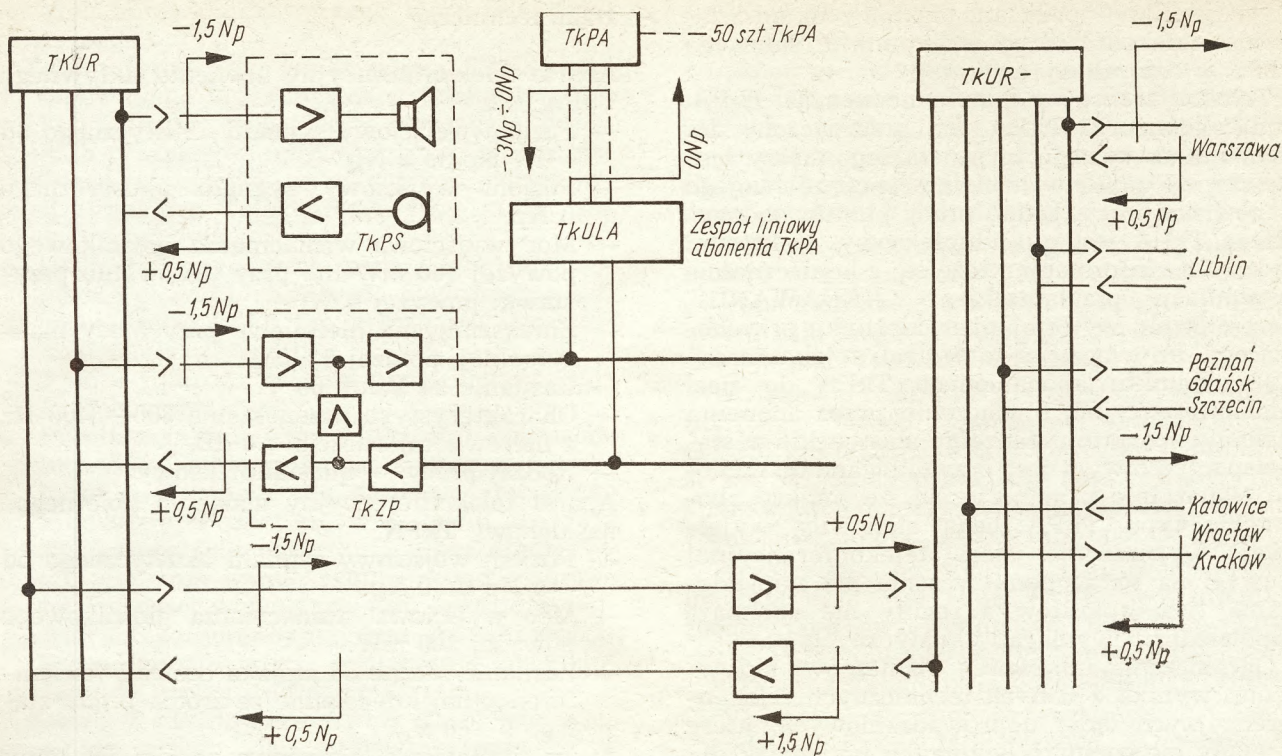
- Poziom wyjściowy —1,5 Np.
- Poziom wejściowy +0,5 Np.
- Moc wyjściowa obydwóch wzmacniaczy głośnikowych powyżej 4 W (do dwóch kolumn głośnikowych).
- Rodzaj pracy — duplex lub quasiduplex po przełączeniu.
- Zasilanie 60 V.

Stojaki łączeniowo-teletransmisyjne

- Zasilanie 60 V.
- Poziom wyjściowy —1,5 Np do linii dalekosiężnej.
- Poziom wejściowy +0,5 Np z linii dalekosiężnej.
- Poziom wyjściowy —1,5 Np do TkPS.
- Poziom wejściowy +0,5 Np od TkPS.
- Poziom wyjściowy 0 Np do wszystkich TkPA.
- Poziom wejściowy od wszystkich TkPA —3 Np min. 0 Np maks.
- Impedancja wszystkich wejść i wyjść 600 Ω.
- Zniekształcenia nieliniowe wprowadzane przez układy teletransmisyjne stojaka poniżej 2 %.
- Zniekształcenia liniowe w pasmie 300 do 3400 Hz poniżej ± 3 dB.

W wyposażeniu liniowym stojaków łączeniowo-teletransmisyjnych przewiduje się wprowadzenie ograniczników szumów liniowych, niezależnie od kompandorów, które powinny być stosowane w urządzeniach teletransmisyjnych łączy telekonferencyjnych.

Na rysunku 9 pokazano rozkład poziomów centrali telekonferencyjnej MK. Dla stojaków central szczebla DOKP i DRKP rozkład poziomów jest identyczny.



Rys. 9. Rozkład poziomów telekonferencyjnej centrali MK

Liniowy punkt rozgałęźny TkPRL

- Poziom wejściowy najniższy $-2,2 N_p$.
- Poziom wejściowy najwyższy $+0,5 N_p$.
- Zniekształcenia nieliniowe poniżej 2 %.
- Poziom wyjściowy $+0,5 N_p$.
- Zniekształcenia liniowe w paśmie 300 do 3400 Hz poniżej ± 3 dB.
- Zasilanie — 24 V lub 60 V.
- Układ pracy — dwutorowy.

Wymagania klimatyczne. Wszystkie zespoły wchodzące w skład urządzenia telekonferencyjnego TELKON spełniają następujące wymagania klimatyczne:

- temperatura otoczenia $+20^\circ\text{C} \pm 15^\circ\text{C}$,
- wilgotność względna $70\% \pm 15\%$.

Wytyczne instalacyjne

Stojak centrali telekonferencyjnej. Instalacja stojaków centrali telekonferencyjnej nie przedstawia żadnych zasadniczych problemów. Wolnostojąca konstrukcja stojaka umożliwia dowolne jego ustawienie. Kable wprowadzone są do stojaka od góry lub od dołu, w zależności od warunków lokalnych. Celowe jest instalowanie stojaka centrali telekonferencyjnej w pobliżu stanowiska operatora, z uwagi na możliwość obserwowania przez niego stanu pracy poszczególnych zespołów. Operator wyposażony jest w dodatkowy pulpit umożliwiający odłączenie kierunku przychodzącego każdej linii. Zastosowanie tego pulpitu ma na celu awaryjne odłączanie łączy o dużym poziomie szumów. Stojaki centrali telekonferencyjnej są zasilane prądem stałym o napięciu 60 V. W przypadku stosowania napięcia 24 V, wymagane jest instalowanie przetworników 24/60 V. Przetworniki

takie będą produkowane w Kolejowych Zakładach Łączności.

Istnieje możliwość zasilania urządzeń prądem przemiennym 220 V pod warunkiem stosowania stabilizowanych prostowników 220/60 V, na których wyjściu pulsacja prądu zmiennego nie przekracza 4 V. Stojaki centrali telekonferencyjnej wymagają uziemienia o rezystancji poniżej 2 Ω .

Sala telekonferencyjna. Wyposażenie sali telekonferencyjnej składa się z następujących urządzeń:

- pulpitu przewodniczącego telekonferencji,
- mikrofonów dynamicznych wolnostojących (stołowe) w liczbie od 1 do 4 szt.,
- magnetofonu,
- skrzynki aparatuwej z wzmacniaczami głośnikowymi i przetwornikami napięcia zasilającego,
- dwóch kolumn głośnikowych.

Zasilanie urządzeń salowych odbywa się od stojaka centrali telekonferencyjnej napięciem 60 V. W przypadku, gdy sala telekonferencyjna jest znacznie oddalona od stojaka centrali, stosować należy lokalne źródło zasilania o napięciu 24 V. Poszczególne urządzenia sali telekonferencyjnej nie są fabrycznie wyposażone w kable połączeniowe. Okablowanie należy wykonać przy instalacji urządzeń. W załączonej tabelce podano rodzaje kabli (zalecanych) oraz ich pojemność pomiędzy poszczególnymi urządzeniami sali. W kolumnie piątej podano dopuszczalne największe odległości pomiędzy poszczególnymi urządzeniami.

Urządzenia liniowe. Pomiędzy stojakiem centrali telekonferencyjnej a łączy dalekosiężnymi prowadzona jest taka liczba par przewodów,

jaka wynika z liczby kierunków (łącza dwutorowe) oraz liczby łączy rezerwowych. Od stojaka centrali do abonentów telekonferencyjnych połączenia kablowe powinny przechodzić również poprzez przełącznicę główną centrali KATS.

Lp.	Połączenie między urządzeniami	Typ kabla połączeniowego	Liczba żył (par w kablu)	Maksymalna odległość pomiędzy urządzeniami
1	Stojak centrali — skrzynka aparatuwa sali telekon.	DY 250	$2 \times 2,5$	50 m
		YTKSY	$10 \times 2 \times 0,5$	50 m
2	Skrzynka aparatuwa — pulpit przewodniczącego	YTLUY	15×2	25 m
3	Skrzynka aparatuwa — kolumna głośnikowa (2 obudowy)	OMY	$2 \times 0,75$	10 m

Do abonentów rozmównych (aktywnych) prowadzone są dwa tory lub w szczególnym przypadku jeden, a do biernych — jeden. Wprowadzanie linii od abonentów bezpośrednio do stojaka centrali telekonferencyjnej z pominięciem przełącznicy głównej KATS nie jest zalecane.

Wszystkie łącza dalekosieczne wychodzące od stojaka centrali telekonferencyjnej są dwutorowe. Urządzenia teletransmisyjne przynależne do tych łączy, powinny być wyposażone w kompandory redukujące w pewnym stopniu poziom szumów liniowych.

Kolejowe Zakłady Łączności prowadzą aktualnie prace nad stojakiem dalekosiecznych linii telekonferencyjnych, który będzie obejmował urządzenia do kontroli stanu łączy, automatyczne przełączniki linii głównych na awaryjne oraz ograniczniki szumów.

Aparat telekonferencyjny abonenta czynnego TkPA. Abonent aktywny, podobnie jak bierny (nasłuchowy), włączony jest do zespołu pośredniczącego stojaka centrali telekonferencyjnej w systemie dwutorowym. Istnieje wprawdzie możliwość pracy tego abonenta w systemie jednotorowym, ale jedynie w przypadku niedużych odległości od stojaka centrali. Do aparatu telekonferencyjnego abonenta czynnego, prowadzone są dwie pary przewodów o parametrach takich jak dla łączy CB.

Aparat telekonferencyjny TkPA ma zasilanie lokalne = 24 V lub 60 V prądu stałego. Istnieje możliwość zasilania aparatu ze źródła przemennego 220 V, ale wyłącznie przy zastosowaniu zasilacza 220/24 V. W tym drugim przypadku do zasilania nadaje się zasilacz od aparatów selektorowych SELTON.

Wersja prototypowa aparatu telekonferencyjnego czynnego składa się z trzech części:

- skrzynki aparatuwej naściennej,
- pulpitu manipulacyjnego z mikrofonem,
- kolumny głośnikowej typu „COMPACT”.

Badania nad ujednoliceniem poszczególnych członów urządzeń telekonferencyjnych wykazały, że w najbliższym czasie istnieje możliwość zunifikowania aparatów telekonferencyjnych przez wprowadzenie pewnych zmian konstrukcyjnych, w wyniku których zlikwidowana zostanie skrzynka aparatuwa, a do pulpitu z mikrofonem dołączany będzie w zależności od potrzeb nagłośnienia pomieszczenia, albo aparat nasłuchowy, albo kolumna z wbudowanym wzmacniaczem głośnikowym.

Aparat telekonferencyjny abonenta biernego — nasłuchowy TkPN. Sposób instalacji w przypadku tego aparatu, nie wymaga omówienia z uwagi na prostotę konstrukcji oraz zdalny system zasilania. Warunkiem dla łącza abonenckiego TkPN jest rezystancja pętli, która nie powinna przekraczać $2 \times 300 \Omega$.

O ile zachodzi potrzeba instalowania aparatu TkPN w większej odległości od stojaka centrali telekonferencyjnej, wymagane jest stosowanie lokalnego źródła zasilania. Źródło zasilania lokalnego może posiadać napięcie 9—60 V. Wskazane jest w tym przypadku, stosowanie zasilaczy od aparatów selektorowych SELTON, posiadających baterię akumulatorów pastylkowych 0,45 Ah.

Wymagania ogólne dla sal telekonferencyjnych i pomieszczeń abonentów czynnych. Jednym z głównych czynników prawidłowej transmisji rozmów na łączach telekonferencyjnych jest odpowiednie przygotowanie pomieszczeń dla sal telekonferencyjnych oraz pomieszczeń, w których będą pracowały telekonferencyjne aparaty aktywne tzw. abonentów czynnych.

Pomieszczenia te, powinny bezwzględnie mieć odpowiednie wytlumienie akustyczne oraz minimalną odkrytą powierzchnię płyt odbijających (lustro, szyby, itp.). Analiza wytlumienia pomieszczeń powinna być przeprowadzona przez specjalistów z tej dziedziny. Niezależnie od sposobu wytlumienia pomieszczeń, usytuowanie kolumn głośnikowych powinno się odbywać na drodze empirycznego wyznaczenia optymalnego ich położenia.

W przypadku aparatów telekonferencyjnych TkPA, istnieje możliwość stosowania systemu quasidupleksowego, tj. takiego, który można dostosować do aktualnych warunków pomieszczenia. W przypadku pomieszczeń o niedostatecznym wytlumieniu, sygnał powrotny kompensowany jest drogą elektryczną przez wytlumianie kierunku przychodzącego w czasie pracy własnego układu nadawczego.

Regulacja kompensacji układu quasidupleksowego oraz usytuowanie kolumny głośnikowej przeprowadzana jest doświadczalnie podczas uruchamiania urządzenia.

Aparat telekonferencyjny nasłuchowy nie wymaga żadnych specjalnych warunków akustycznych pomieszczenia.

Konserwacja i utrzymanie

Konstrukcja urządzeń telekonferencyjnych aparatu oparta została na systemie modułów wymiennych, umożliwiających szybkie usuwa-

nie powstałych uszkodzeń lub nieprawidłowości w działaniu. Usunięcie usterki wiąże się więc z wymianą uszkodzonego zespołu.

Poszczególne człony urządzeń telekonferencyjnych są oparte o nowoczesne elementy półprzewodnikowe — w większości obwody scalone lub mikroukłady hybrydowe. Biorąc pod uwagę trudności napraw poszczególnych zespołów w ramach lokalnych warunków warsztatowych użytkownika urządzeń, Kolejowe Zakłady Łączności przygotowały komplety części zamiennych, w skład których wchodzi całe moduły wymienne. Sądzić należy, że najlepszą konserwację lub usunięcie usterki wykona producent posiadający odpowiednie stanowiska po-

miarowo-kontrolne, umożliwiające uzyskanie właściwych parametrów technicznych urządzeń. Części zamienne produkowane będą w dwóch zestawach:

- Zestaw I TkCZ-1 — jest to zestaw zawierający części zamienne do stojaków central telekonferencyjnych,
- Zestaw II TkCZ-2 — jest to zestaw zawierający części zamienne do wyposażenia sali telekonferencyjnej oraz aparatów telekonferencyjnych.

Przeprowadzanie napraw poszczególnych zespołów urządzeń TELKON wymaga odpowiednio wyszkolonych pracowników i odpowiednich urządzeń pomiarowo-kontrolnych.

mgr inż. Marian Smolec
CDOKP

Urządzenia informacji podróżnych na Dworcu Centralnym w Warszawie

Dworzec Centralny w Warszawie, którego budowa rozpoczęła się w 1972 roku, został oddany do eksploatacji w grudniu 1975 roku.

Pośród bogatego wyposażenia technicznego dworca urządzenia informacji podróżnych wyróżniają się kompleksowością rozwiązania, zastosowaniem aparatury o najwyższej jakości oraz eksperymentalnym zastosowaniem telewizji przemysłowej w najszerszym, jak do tej pory, ujęciu na PKP.

Urządzenia informacji podróżnych możemy podzielić na dwie zasadnicze grupy: urządzenia nagłośnienia i urządzenia informacji wizualnej.

Do pierwszej grupy zaliczamy urządzenia tzw. megafonowe dla spikera ruchu, urządzenia dźwiękowe transmitujące program akustyczny jako uzupełnienie programu wizyjnego przekazywanego kanałem telewizji przemysłowej, urządzenia pośredniczenia dwukierunkowych rozmów między kasjerem i podróżnym.

Wszystkie urządzenia pierwszej grupy zostały zakupione w firmie „Philips” i zainstalowane przez Samodzielne Wykonawstwo Inwestycyjne przy Komitecie d/s Radia i Telewizji.

Do drugiej grupy zaliczamy: paletowe urządzenia informacji podróżnych „Pragotron” prod. CSRS, urządzenia telewizji informacyjno-rozrywkowej produkcji WZT Warszawa, tzw. informatory paletowe produkcji Kolejowych Zakładów Zabezpieczenia Ruchu i Łączności oraz zegary paletowe produkcji firmy Sollari — Włochy.

Oddzielną grupę stanowią urządzenia telewizji przemysłowej bez toru fonii: telewizja krawędziowa na peronach dla potrzeb kierownika (maszynisty) pociągu i telewizja użytkowa dla potrzeb dyspozytora dworcowego.

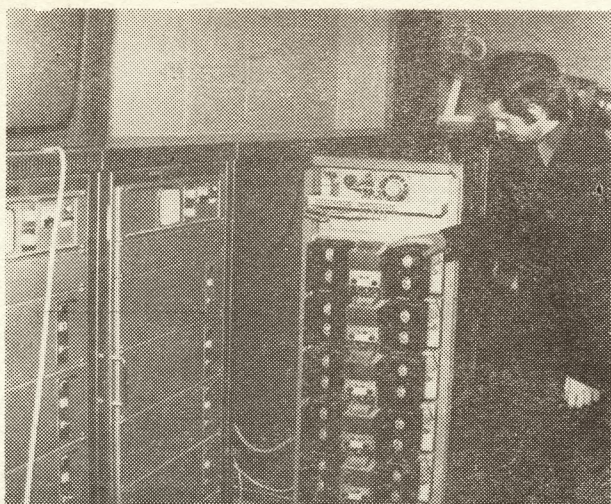
Urządzenia nagłośnienia dworca

Urządzenia foniczne stanowią zasadniczy element w pracy dworca, są łącznikiem pomiędzy obsługą dworca a pasażerem. Dostarczają temu ostatniemu bieżących informacji dostosowanych do rzeczywistej sytuacji funkcjonalnej dworca.

Od urządzeń tego typu wymaga się: wysokiej jakości transmisji głosu spikera, 100 % zrozumiałości przekazywanych komunikatów w każdym punkcie dworca oraz dużej niezawodności działania. Urządzenia nagłośnienia firmy Philips spełniają wszystkie wymagania pracy dworcowej i zaliczają się aktualnie do najlepszych urządzeń tego typu.

Podstawą do osiągnięcia wysokiej jakości transmisji głosu spikera są: wysokiej klasy wzmacniacze tranzystorowe typu LBD 0501 o mocy 250 W zblokowane w pakiety (szafy aparatowe) po 5 szt. dające w instalację głośnikową łączną moc 1250 watów.

Dworzec Centralny został wyposażony w 6 szt. pakietów (szaf aparatowych) dysponujących razem mocą 7500 watów. Wzmacniacze pracują wspólnie dla potrzeb spikera ruchu oraz spikera i źródeł dźwięku telewizji informacyjno-rozrywkowej. Cztery pakiety (szafy aparatowe) przeznaczone są dla 4 peronów dworca (każda zasila 1 peron), z pozostawieniem jednego wzmacniacza w każdej szafie jako rezerwowego. Piąty pakiet (bez rezerwy) zasila pawilon, galerie, otoczenie dworca oraz pomieszczenie dworca. Szósty pakiet (z rezerwą 1 wzmacniacza) zasila przewodowy kanał foniczny monitorów telewizji informacyjno-rozrywkowej oraz pozostałe obwody głośnikowe.



Rys. 1. Pakiety wzmacniaczy 250 W. Widok ogólny

Widok na wszystkie pakiety (szafy aparatuowe) stojące obok stojaka telewizji informacyjno-rozrywkowej oraz szafy krosowniczej, pokazany jest na rysunku 1.

Wzmacniacz tranzystorowy — 250 W

Wzmacniacz tranzystorowy LBD 0501 jest pełnotranzystorowym akustycznym wzmacniaczem mocy, który może być zasilany z sieci prądu przemiennego lub z baterii akumulatorów prądu stałego 24 V.

Wzmacniacz wyposażony jest wyłącznie w tranzystory krzemowe o wysokich parametrach technicznych. Ma on wtykane podzespoły, które znacznie ułatwiają naprawy serwisowe.

Wzmacniacz składa się z następujących podzespołów: przedwzmacniacza, wzmacniacza wstępnego wysterowania stopnia końcowego, wzmacniacza wysterowania stopnia końcowego, wzmacniacza mocy, automatyki zabezpieczenia przeciążeniowego i zasilacza.

Zespoły stanowią oddzielne układy połączone ze sobą funkcjonalnie. Mogą być one oddzielnie sprawdzane i naprawiane.

Panele zespołów można wymieniać między wzmacniaczami tego samego typu. Ich parametry techniczne są stabilne i powtarzalne. Aby zapewnić jednak założone parametry po wymianie podzespołów, należy przeprowadzić regulację wzmacniaczy mocy, umieszczonych na dwóch radiatorach, stanowiących jedną całość.

Każdy wzmacniacz ma oddzielny włącznik zasilania oraz dwie lampki kontrolne. Jedna, bezbarwna sygnalizuje włączenie zasilania, druga — koloru czerwonego jest tzw. lampką kontrolną przeciążenia. Jej włączenie informuje o:

- obniżeniu stabilizowanego napięcia zasilania lub
- przekroczeniu dopuszczalnej temperatury radiatorów, co równoznaczne jest z przeciążeniem.

Podczas przeciążenia wzmacniacz zostaje samoczynnie zablokowany i pozostaje w takim stanie do momentu obniżenia się temperatury radiatorów lub kondensatorów zasilacza. Po

ochłodzeniu następuje „zdjęcie” blokady; wzmacniacz przyjmuje obciążenie. Jeżeli występuje zwarcie, przeciążenie trwa nadal; ponownie narasta temperatura radiatorów i sytuacja powtarza się od początku.

Obwód kontrolny przeciążenia umożliwia podłączenie zewnętrznej lampki kontrolnej przeciążenia, co bardzo poważnie ułatwia nadzór nad pracą wzmacniaczy.

Dane techniczne wzmacniacza

Wejście — 100 mV, symetr. nieuziemięte

Impedancja wejściowa — 8 k Ω

Zakres przenoszenia:

dla wykonania —/00 — 65 Hz ... 15 kHz

dla wykonania —/01 ... —/04 — 40 Hz ... 16 kHz

Napięcie wyjściowe — 50/70/100 V

Moc wyjściowa znamionowa:

dla wykonania —/00 — 250 W przy 50 Ω

dla wykonania —/01 ... —/04 — 250 Watt przy 40 Ω

Moc wyjściowa przy muzyce:

dla wykonania —/00 — 250 W przy 50 Ω

dla wykonania —/01 ... —/04 — 250 W przy 40 Ω

Współczynnik zniekształceń nieliniowych — 1,5%

Zniekształcenia harmoniczne — zgodne z normą DIN 45566

Współczynnik tłumienności — 7 ... 8

Poziom zakłóceń — ≤ -70 dB

Zasilanie z sieci

napięcie — 110/220 V $\pm 10\%$ 50 Hz

pobór prądu przy mocy znamionowej — 2,8 A, $\cos \varphi = 0,8$

pobór prądu przy biegu jałowym — 0,3 A, $\cos \varphi = 0,2$

Zasilanie z baterii

napięcie — 24 V ... 28 V

dopuszczalny spadek napięcia od baterii (prąd awaryjny) do wzmacniacza przy mocy znamionowej — ≤ 1 V_{ss}

pobór prądu przy mocy znamionowej — około 15 A

pobór prądu przy biegu jałowym — około 0,5 A

Dopuszczalna temperatura otoczenia — 10°C ... +45°C

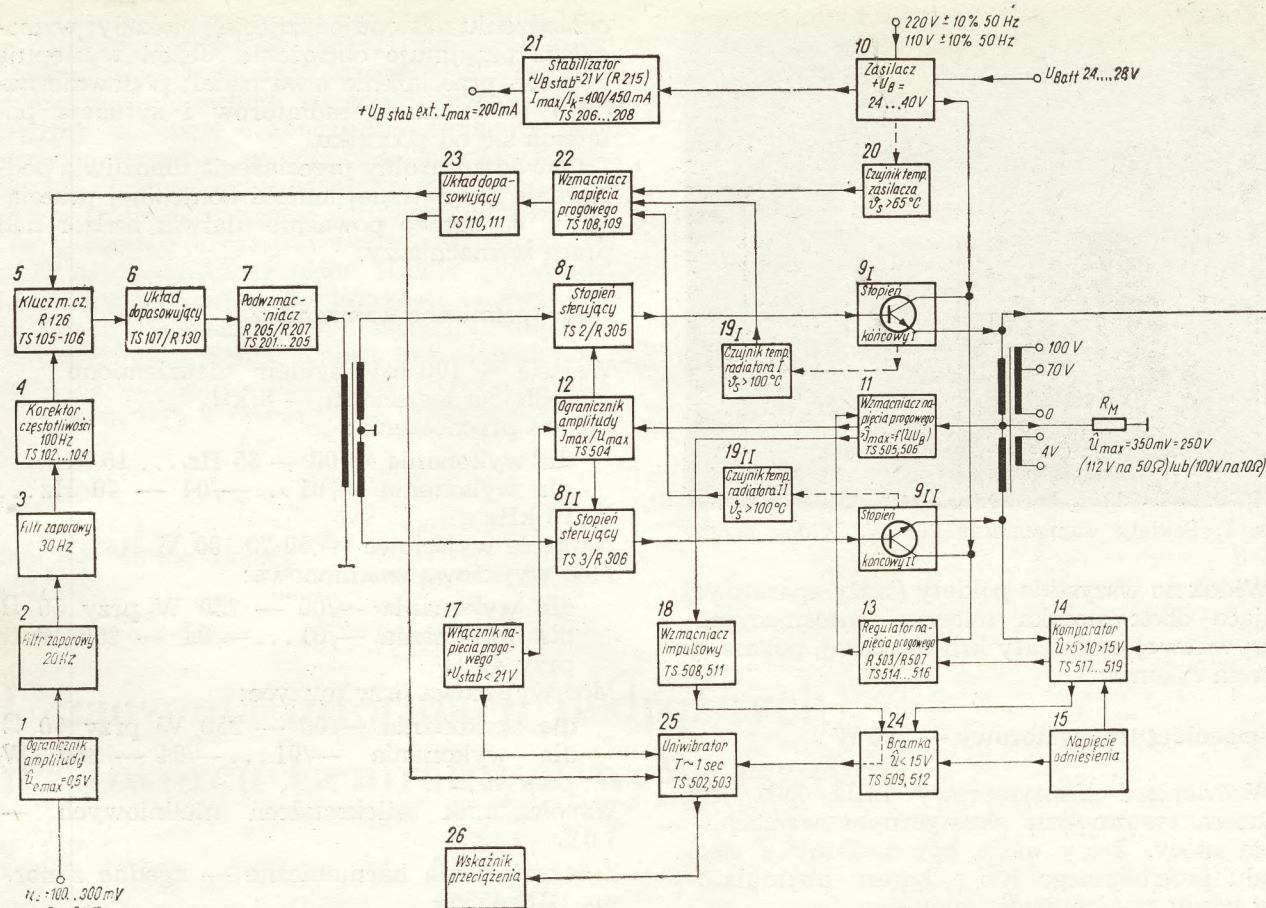
Wymiary — 490×175×275 mm

Ciężar — około 17 kg.

Opis zespołów wzmacniacza

Układ wejściowy (bloki 1 do 6, 22 i 23 na schemacie blokowym — rys. 2)

Układ wejściowy jest przystosowany do sygnału wejściowego od 100 do 300 mV_{sk}. Sygnały powyżej 350 mV_{sk} są ograniczone amplitudowo (1) by nie przesterować następujących filtrów zaporowych. Filtry (2, 3, 4) określają charakterystykę częstotliwości poniżej 500 Hz. W zakresie od 1 kHz do 500 Hz przebiega ona prostolinijsie, przy około 40 Hz osiąga swoją dolną częstotliwość graniczną (-3 dB) i dalej opada z na-



Rys. 2. Schemat blokowy wzmacniacza 250 W

chyleniem 40 dB/oktawę. To obcięcie poniżej częstotliwości 40 Hz wyklucza zniekształcenia i przeciążenia stopnia końcowego w dolnym zakresie częstotliwości.

Klucz sygnału m.cz. (5) wyłącza sygnał małej częstotliwości przy przekroczonej dopuszczalnej temperaturze pracy. Jest on sterowany przez wzmacniacz wartości progowej (22) oraz przez układ dopasowujący (23).

Za pomocą potencjometru R 126 (rys. 3) * można ustawiać charakterystykę włączania. Wzmacniacz progowy (22) sterowany jest niezależnie przez 3 czujniki temperaturowe (19_I, 19_{II}, 20) z zespołów radiatorów i zasilacza. Wartość progowa zostaje osiągnięta, gdy w jednym z trzech zespołów przekroczona zostaje dopuszczalna temperatura pracy. Temperatura ponownego włączenia leży około 10°C poniżej temperatury granicznej.

Przedwzmacniacz wstępnegoysterowania stopnia końcowego (schemat blokowy: stopnie 7 i 21)

Jest to seryjny wzmacniacz przeciwsobny, który dostarcza wymaganą moc akustyczną dla wzmacniaczaysterowania stopnia końcowego. Do zespołu przyporządkowany jest odporny na zwarcie stabilizator napięcia (21) dla zasilacza wewnętrznego, a także częściowo zewnętrznego.

Wzmacniaczysterowania stopnia końcowego (schemat blokowy: stopnie 8_I i 8_{II})

Zespołowi temu przyporządkowany jest przeciwsobny wzmacniacz transformatorowy oraz oddzielny regulator (potencjometr) do nastawiania prądu spoczynkowego dla dwóch pracujących przeciwsobnie stopni końcowych.

Do tranzystorów wzmacniaczaysterowania oraz stopnia końcowego, które pracują w układzie Darlingtona, dostarczane jest przez transformatorysterowania stosunkowo wysokie napięcie 15 V_{sk} dla ich pełnegoysterowania.

Napięcie sterowania dostarczane jest poprzez oporniki wstępne (rys. 3) *) na bazy tranzystorów wzmacniaczaysterowania, które współpracują z zabezpieczeniem przeciążeniowym tworzą dzielnik napięcia podczas przeciążenia. (Ogranicznik amplitudy zależy od obciążenia). Tranzystory wzmacniaczaysterowania, które zabudowane są na chassis ze względu na lepsze chłodzenie, są tranzystorami typu BDY 20 parowanymi 2-punktowo. Przeciwsobne — stopnie końcowe (schemat blokowy: 9_I i 9_{II})

Stopnie końcowe 9_I i 9_{II} są wtórnymi emiterowymi pracującymi przeciwsobnie. Każdy stopień końcowy (rys. 3) składa się z dwóch równolegle połączonych tranzystorów mocy typu MJ 802 o jednakowej charakterystyce

*) rysunek 3 zamieszczono na str. 24—25

U_{BE}/I_C . Osiąga się przez to dla każdego tranzystora jednakowy rozptyw prądów, a w następstwie tego także jednakową moc traconą.

Obie jednostki stopni końcowych posiadają jednakowe charakterystyki I_B/I_C , z uwagi na znikomy współczynnik zawartości harmonicznych. Prądy cząstkowe obydwu stopni końcowych łączą się na środku uzwojenia pierwotnego przenośnika wyjściowego i wytwarzają na oporze pomiarowym proporcjonalne do prądu napięcie pomiarowe, które analizowane jest przez zespół zabezpieczenia przeciążeniowego.

Zabezpieczenie przeciążeniowe (schemat blokowy: 11—18, 24 i 25)

Przy przeciążeniu zewnętrznym wzrasta moc tracona tranzystorów mocy powyżej wartości dopuszczalnej. Tranzystory mogą ulec zniszczeniu.

Przeciążenie następuje, gdy znamionowy opór obciążenia zmniejsza się lub staje się zespolony (obciążenie bierne).

Już krótkie okresy wzrostu mocy traconej mogą być przyczyną uszkodzenia tranzystorów. Dlatego też wzmacniacz wyposażony jest w nieopóźniony ogranicznik mocy traconej. To „zabezpieczenie przeciążeniowe” jest początkowo sterowane powstałym na oporze pomiarowym R_M napięciem chwilowym. Gdy prąd przekracza ustaloną wartość progową (11), np. wskutek przesterowania, wówczas zaczyna działać ograniczenie amplitudowe (12). W normalnym przypadku napięcie chwilowe na tranzystorze (U_{CE}) jest odwrotnie proporcjonalne do zwiększającego się prądu stopnia końcowego, można więc matematycznie i pomiarowo określić traconą moc tranzystora.

Tej zależności nie ma, gdy np. nastąpi zwarcie na wyjściu wzmacniacza. Wówczas całe napięcie na tranzystorze pozostaje niezależnie od prądu stopnia końcowego. Wynik U_{XI} , tj. moc tracona tranzystora, jest bardzo duży.

By objąć ten przypadek przeciążenia, w zabezpieczeniu przeciążeniowym kontrolowany jest nie tylko przepływ prądu, lecz także dodatkowo pomiar napięcia: kolektor — emiter.

Gdy to ostatnie jest bardzo wysokie, jak w przypadku zwarcia, następuje regulacja, która redukuje maksymalny prąd, np. do połowy wartości normalnej. Odbywa się to w stopniu 13 (regulacja wartości progowej).

Kontrola prądu emitera i napięcia kolektor — emiter dla każdego tranzystora stopnia końcowego oraz związane z tym przesuwające się ograniczenie maksymalnego prądu, jest ciągła i nie ma opóźnień.

Reasumując można powiedzieć, że nieregulowany ogranicznik prądowy działa tylko przy przesterowaniu, podczas gdy regulowany ogranicznik prądu włącza się przy przeciążeniu.

W tym ostatnim przypadku impulsy ograniczania (18) sterują monostabilnym multiwibratorem poprzez układ bramki (24) i powodują, także przy bardzo krótkich czasach przeciążenia, zaświecenie się lampki przeciążenia na przeciągu 1 sek.

Bezbłędne funkcjonowanie zabezpieczenia przeciążeniowego tylko wówczas jest zapewnione, gdy napięcie zasilania jest stabilizowane i ma zadaną wartość (17).

Gdy wartość ta nie została osiągnięta lub utrzymana, wówczasysterowanie zostaje całkowicie zablokowane (12). Równocześnie usterka ta jest sygnalizowana przez lampkę przeciążenia. Zabezpieczenie przeciążeniowe jest kompensowane temperaturowo.

mgr inż. Tadeusz Siemiński
CZT

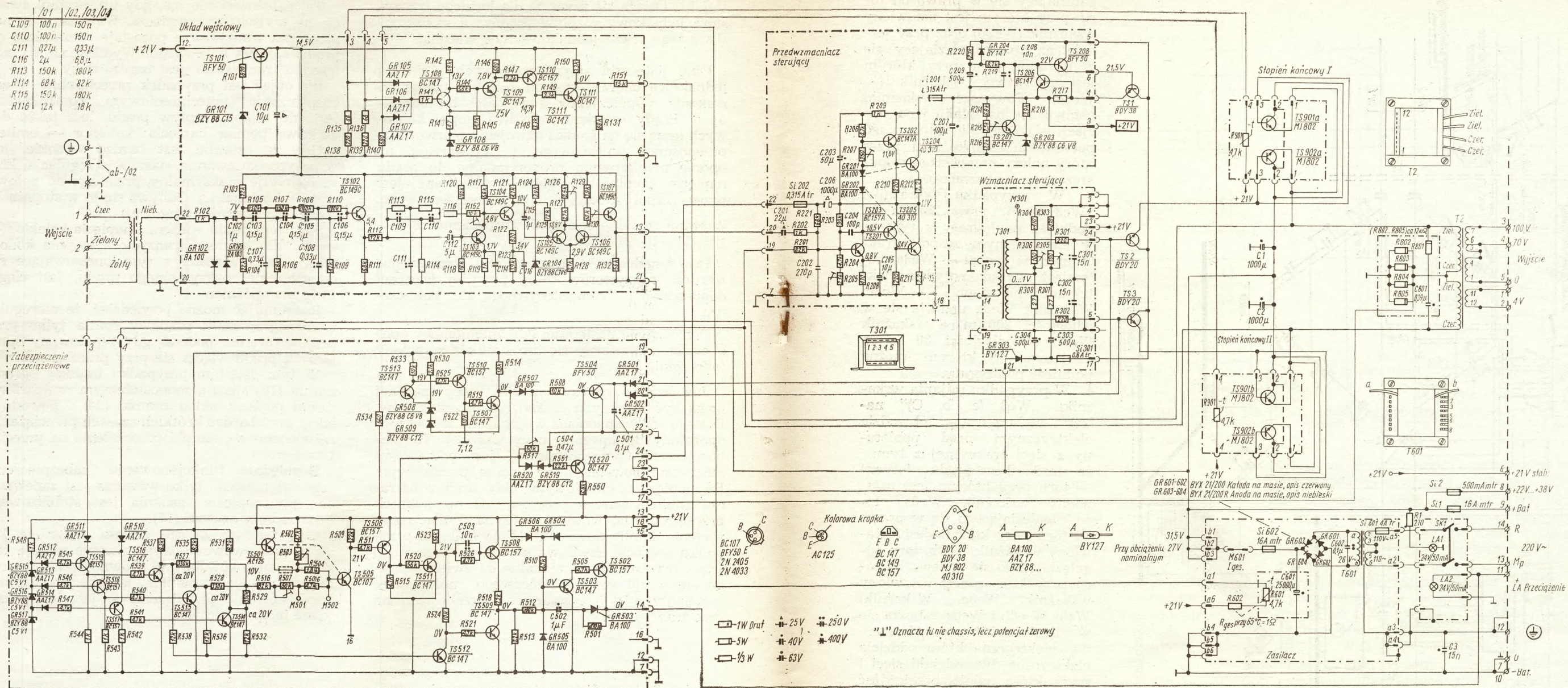
Zapobieganie przepaleniu sieci trakcyjnej w obszarze przerw elektrycznych

W grupie uszkodzeń sieci trakcyjnej zależnych od współpracy pantografu z siecią jezdnią około 20% uszkodzeń stanowią przepalenia przewodów w przerwach elektrycznych — izolowane przęsła naprężenia, izolatory sekcyjne i sekcyjne przerwy powietrzne — zwanych ogólnie elementami sekcjonowania podłużnego. Pozostałe uszkodzenia w tej grupie powodowane są przepaleniami przewodów jezdnych w miejscu styku z pantografem bądź wynikają z niewłaściwego stanu pantografów.

Przepalenia przewodów w newralgicznych miejscach, a mianowicie w izolowanych przęsłach sieci trakcyjnej torów głównych przy podstawach trakcyjnych lub kabinach sekcyj-

nych występują stosunkowo nieczęsto (kilkanaście w skali rocznej). Jednakże, mogą one powodować w skutkach znaczne zakłócenia w ruchu pociągów trakcją elektryczną, gdyż w chwili powstania tego uszkodzenia, następuje wyłączenie napięcia w sieci trakcyjnej na długości ok. 25 do 30 km a niekiedy nawet więcej.

Przepalenia przewodów jezdnych w obszarze przerw elektrycznych powodowane są działaniem łuku elektrycznego powstającego między przemieszczającym się pantografem a przewodami elementów sekcjonowania podłużnego wskutek wjazdu elektrycznego pojazdu trakcyjnego z odcinka naprężenia (sekcji) sieci trakcyjnej będącej pod napięciem na:



- A — Odcinek sieci zwarty elektrycznie tzn. uszynyiony czyli uziemiony w wyniku awarii sieciowej lub uszynyiony roboczo (rys. 1b — wyłączniki „h” oraz „i” otwarte) (rys. 1d — wyłącznik „n” otwarty, odcinek sieci uszynyiony)
- B — odcinek sieci pozbawiony napięcia (rys. 1c — wyłącznik „m” otwarty, na torach znajduje się tabor z przyłączonymi obwodami pomocniczymi)
- C — odcinek sieci pozbawiony napięcia nieuszynyiony i bez przyłączonych innych odbiorów prądu przy stosunkowo dużym własnym odbiorze np. 1000—1300 A (rys. 1a — wył. „d” oraz „e” otwarte — odcinek sieci między podstacją i kabiną sekcijną bez napięcia).

Zaistnienie łuku elektrycznego pomiędzy pantografem a przewodem jezdny (lub prowadnicą izolatora sekcijnego) w omówionych przypad-

kach zachodzi w trakcie zjeżdżania pantografu z odcinka wspólnej bieżni.

Różnica potencjałów między dwoma odcinkami sieci (np. 300—600 V) wystarczająca do powstania łuku elektrycznego za przejeżdżającym po wspólnej bieżni pantografem może wystąpić także wówczas, gdy na jednym z odcinków sieci znajdzie się kilka pociągów pobierających prąd (duży spadek napięcia) natomiast na drugim odcinku sieci pociągi nie będą w danej chwili pobierały prądu.

Uszkodzenia sieci przedstawione w punkcie A mają miejsce wówczas, gdy wielkość prądu zwarcia w łuku elektrycznym między przewodami i ślizgaczem pantografu jest poniżej wielkości nastawienia wyłączników szybkich podstacyjnych ($I_{nast.} = 1200—1800$ A) oraz kabinowych ($I_{nast.} = 1000—1400$ A) i tym samym nie powoduje zadziałania ochrony wyłączającej prąd. W wyniku tego, łuk elektryczny może

palić się stosunkowo długo przesuając się na przewody drugiej sekcji, a niekiedy w wyniku działania sił dynamicznych objąć również liny nośne.

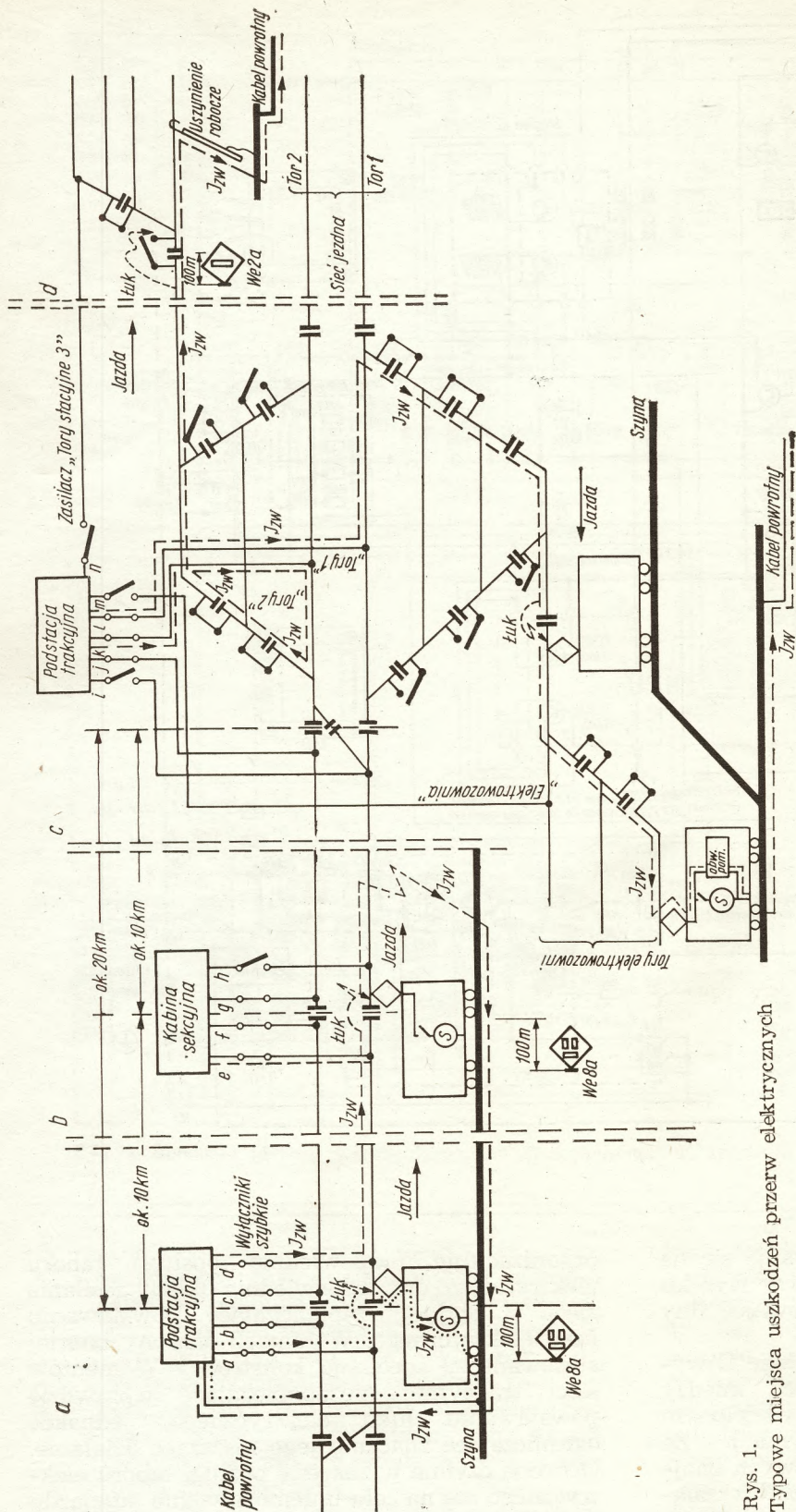
Uszkodzenia przedstawione w punkcie C występują w przerwach elektrycznych między torami osobowymi i towarowymi o wydzielonym zasilaniu (zasilacz „Elektrowozownia”). Ze względu na to, że na torach postojowych znajduje się przeważnie tabor elektryczny z załączonymi obwodami pomocniczymi (ogrzewanie, oświetlenie, przetwornice, sprężarki) przeniesienie napięcia przez pantograf z innego odcinka zasilania na te tory powoduje zwykle powstanie łuku i przepalenie przewodów.

W celu przeciwdziałania przepaleniom przewodów w elementach sekcjonowania podłużnego stosuje się odpowiednie środki, które umownie nazywa się ochroną czynną i ochroną bierną. Ochrona czynna obejmuje środki techniczno-

organizacyjne (odpowiednia obsługa taboru elektrycznego oraz odpowiednie układy zasilania sieci trakcyjnej) zapobiegające powstawaniu łuku elektrycznego. W ramach ochrony biernej stosowane są specjalne konstrukcje elementów sieci trakcyjnej niezapobiegające wprowadzie powstawaniu łuku elektrycznego, jednakże ograniczające znacznie jego niszczące działanie. Ochrona czynna w zakresie obsługi taboru elektrycznego ma na celu uniemożliwienie przejazdu elektrycznych pojazdów z podniesionym pantografem lub z poborem prądu przez przerwy elektryczne. W tym celu maszyniści taboru elektrycznego muszą przestrzegać następujących ustaleń:

1. W przypadku wskaźnika We1 należy przygotować się do opuszczenia pantografów przed następnym wskaźnikiem i zmniejszyć szybkość do 60 km/godz. Wskaźnik We1 ustawia się na szlaku i na stacji przy torach

25



Rys. 1.
Typowe miejsca uszkodzeń przerw elektrycznych

głównych zasadniczych, w odległości 500 m przed wskaźnikiem We2a, We2b lub We2c (rys. 2b).

2. W przypadku wskaźnika „We2 (a, b, c)” należy opuścić pantografy. Wskaźniki We2a, We2b i We2c oznaczają, że należy opuścić pantografy w następującym układzie torowym: niezależnie od kierunku jazdy — (We2a) (rys. 2), przy jeździe na tor od-

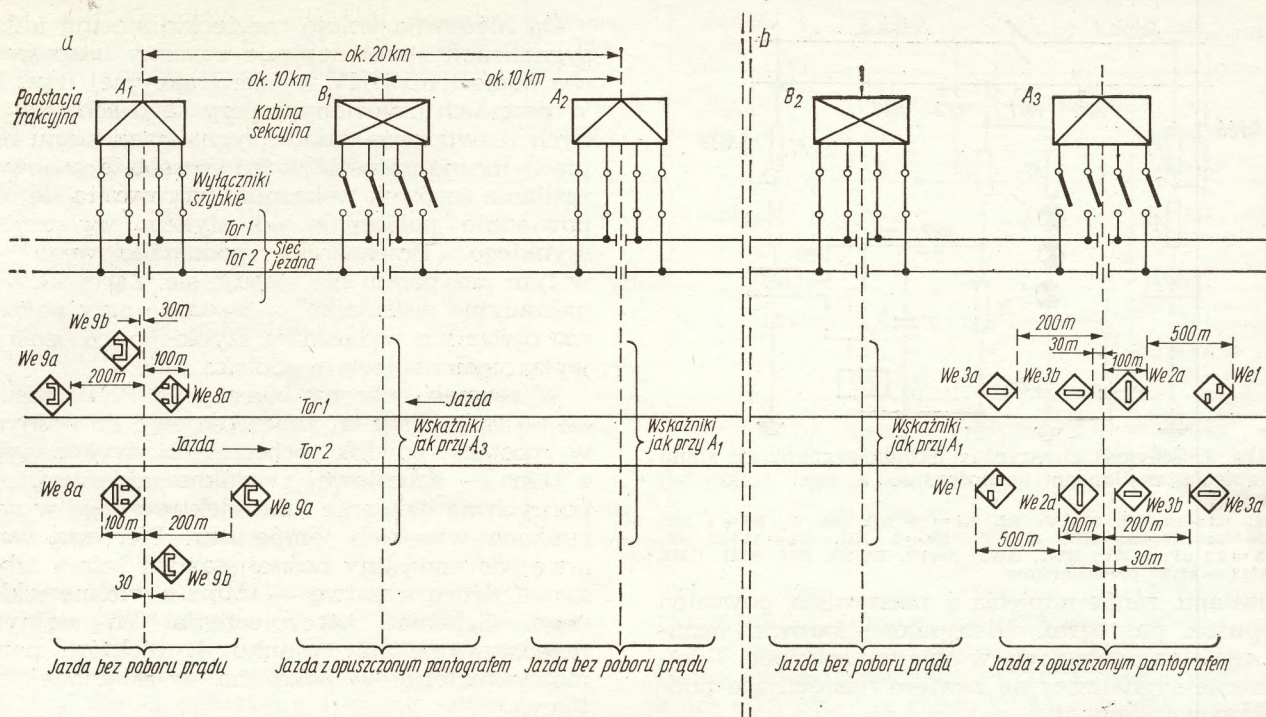
gałęziający się w prawo od toru, przy którym jest ustawiony wskaźnik (We2b) oraz przy jeździe na tor odgałęziający się w lewo od toru, przy którym jest ustawiony wskaźnik (— We2c). Powyższe wskaźniki ustawia się na szlaku i na stacjach w odległości 100 m przed początkiem odcinka toru, przez który należy przejeżdżać z opuszczonym pantografem.

3. W przypadku wskaźnika „We3 (a, b)” (rys. 2b) należy podnieść pantografy z tym że w elektrycznym zespole trakcyjnym na sygnał — We3a, natomiast w lokomotywie elektrycznej na sygnał — We3b. Wskaźnik We3a ustawia się w odległości 200 m, a wskaźnik We3b w odległości 30 m za miejscem, w którym można podnieść pantografy.

4. W przypadku mijania wskaźnika „We8 (a, b, c)” należy wyłączyć w obwodzie elektrycznym prąd pobierany z sieci trakcyjnej z tym, że jazda bez prądu dotyczy — toru przy którym jest ustawiony wskaźnik We8a, toru odgałęziającego się w prawo od toru przy którym jest ustawiony wskaźnik We8b, toru odgałęziającego się w lewo od toru przy którym jest ustawiony wskaźnik We8c. Wskaźniki We8a, We8b i We8c ustawia się w odległości 100 m przed przerwą elektryczną która oddziela elektryczne dwa odcinki sieci i przez którą należy przejeżdżać bez pobierania prądu (przykład ustawienia wskaźników podano na rys. 2a).

5. W przypadku mijania wskaźnika „We9 (a, b)” należy włączyć prąd pobierany z sieci trakcyjnej z tym, że w elektrycznym zespole trakcyjnym na sygnał We9a, natomiast w lokomotywie elektrycznej na sygnał We9b. Wskaźnik We9a ustawia się w odległości 200 m a wskaźnik We9b w odległości 30 m za miejscem, które należy przejeżdżać bez pobierania prądu z sieci trakcyjnej (przy-

- kład ustawienia wskaźników podano na rys. 2a)
6. W razie zaniku napięcia w sieci trakcyjnej, maszynista obowiązany jest natychmiast ustawić nastawnik jazdy w położeniu „zero”, wyłączyć obwody pomocnicze W.N., opuścić pantografy i jazdę prowadzić z rozbiegu. Po upływie około 1,5 min. należy podnieść ponownie pantografy i sprawdzić czy sieć trakcyjna jest pod napięciem.



Rys. 2. Awaryjne układy zasilania oraz owśkaźnikowanie przerw elektrycznych (typowe przykłady)
a — kabina sekcijna B_1 wyłączona, zasilanie jednostronne do kabiny od podstacji A_1 i A_2 , b — podstacja trakcyjna A_3 wyłączona

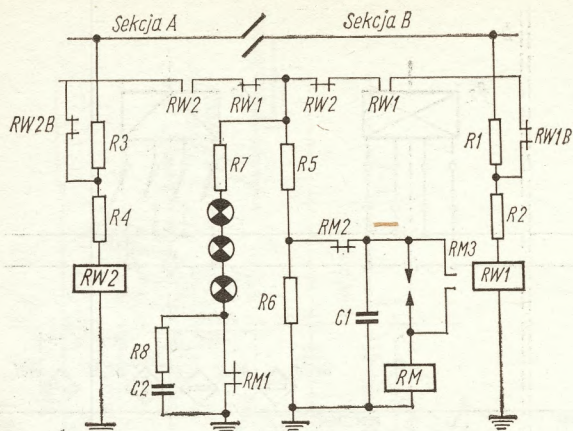
7. Zabrania się podnoszenia pantografów w miejscach osygnalizowanych wskaźnikami We8. Jeśli zatem, w czasie jazdy z rozbiegu zachodzi obawa zatrzymania pojazdu trakcyjnego na osygnalizowanym odcinku, należy pojazd zatrzymać odpowiednio wcześniej.
8. W przypadku zauważenia poważnego uszkodzenia sieci trakcyjnej lub jej zerwania czy obniżenia, maszynista obowiązany jest opuścić pantografy i niezwłocznie pociąg zatrzymać w miarę możliwości przed miejscem uszkodzenia.
9. Dla uniknięcia przypadków uszkodzeń pantografów bądź przeniesienia napięcia w przerwach elektrycznych sieci, maszynista obowiązany jest przestrzegać aby elektryczne pojazdy trakcyjne w czasie przeciągania ich przez odcinki linii kolejowej bez napięcia w sieci trakcyjnej, miały opuszczone pantografy przez cały czas prowadzenia pociągu lokomotywą parową lub spalinową.

W zakresie ochrony czynnej przed przepaleniami przerw elektrycznych personel sieci i zasilania musi stosować odpowiednie układy zasilania sieci trakcyjnej, a więc:

- W przypadku wypadnięcia z pracy całej podstacji trakcyjnej lub dwóch jej zasilaczy, zasilających sieć tego samego toru należy wprowadzić jazdę z opuszczonymi pantografami pod elementami sekcjonowania podłużnego przy tej podstacji trakcyjnej (patrz rys. 2b).
- W przypadku wyłączenia z pracy kabiny sekcijnej przy pracujących sąsiednich podstacjach, należy wprowadzić układ jednostronnego zasilania sieci trakcyjnej od podstacji do kabiny sekcijnej (patrz rys. 2a).

- Właściwe rozmieszczenie i utrzymanie wskaźników We na stacjach i szlakach.
- W przypadku wykonywania robót konserwacyjno-utrzymawczych przez brygady sieciowe elementy sekcjonowania podłużnego (przerwy elektryczne) ograniczające obszar pracy i na których istnieje niebezpieczeństwo przeniesienia napięcia z innych czynnych elektrycznie odcinków sieci na wyłączony odcinek, powinny być dla informacji obsługi maszynistowskiej taboru owśkaźnikowane We2 — „opuść pantograf”.
- W przypadku wykonywania robót konserwacyjno-utrzymawczych przez brygady sieciowe w rejonie izolowanego przęsła naprężenia uszynienie ochronne, powinny być założone przy słupach przelotowych. Nie wolno zakładać uszynień ochronnych przy słupach krzyżowych i kotwowych i na odcinku przewodów pomiędzy słupami kotwowymi. Powyższy sposób uszyniania obowiązuje także maszynistów, którzy w przypadku uszkodzenia pantografu w obszarze izolowanego przęsła naprężenia otrzymali zgodę dyspozytora sieci i zasilania na wykonanie naprawy.

W zagranicznych zarządach kolejowych stosowane są także inne rozwiązania ochrony przerw elektrycznych przed przepaleniami. Na przykład w ramach ochrony czynnej koleje radzieckie stosują automatyczną sygnalizację wzrokową, której celem jest nakazanie maszyniście opuszczanie pantografu w przypadku zaniku napięcia na jednej z dwóch sekcji sieci trakcyjnej. Wskaźnik sygnalizacyjny stanowi czarna tablica z migającymi żarówkami białego koloru rozmieszczonymi prostopadle w stosunku do płaszczyzny pionowej przednającej oś toru. Zapalone żarówki oznaczają, że w jednej sekcji



Rys. 3. Schemat elektryczny układu sygnalizacji stanu napięcia zasilanego bezpośrednio z sieci trakcyjnej 3 KV

R1, R3 = 60 kΩ, 300 V; R2, R4 = 90 kΩ, 200 V; R6 = 4 kΩ, 100 V; R7 = 21 kΩ, 450 V; R8 = 1 kΩ; C1 = 18÷20 μF; C2 = 0,1 μF, 3 KV; RW1, RW2, RW1B, RW2B, RM, RM1, RM2, RM3 — styki przekaźników

nastąpił zanik napięcia i maszynista powinien opuścić pantograf. Niezapalone żarówki oznaczają stan napięciowy w obydwu sekcjach. Urządzenie sygnalizacyjne zawiera następujące podstawowe elementy:

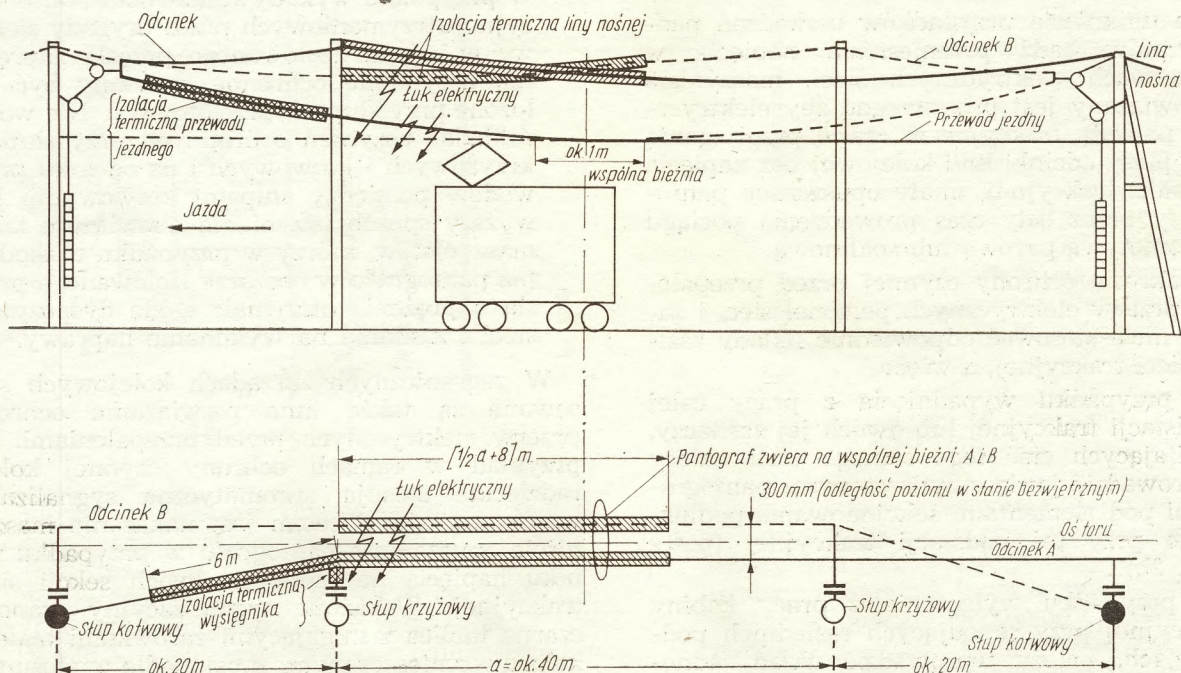
- tarczę wskaźnika (500×500 mm) z czterema żarówkami po 40 W,
- szafę z dwoma przekaźnikami podającymi napięcie pulsujące do wskaźnika sygnalizacyjnego i zasilanymi od transformatora 220—110/16—10 V przez diodowy mostek prostownikowy,
- szafy z przekaźnikami podnapięciowymi (po jednej szafie na każdą sekcję) i z opornikami dodatkowymi 12 szt. × 15 kΩ. Przekaźnik podnapięciowy podłączony jest z jednej strony przez oporniki dodatkowe — z odłącznikiem sekcyjnym, z drugiej strony z uszynionym korpusem szafy,
- przewody elektryczne NN (110—220 V) zasilające wskaźnik.

Od niedawna koleje radzieckie stosują układ sygnalizacji stanu napięcia zasilany bezpośrednio napięciem 3 KV z sieci trakcyjnej (rys. 3). W przesłach izolowanych przy kabinach sekcyjnych rozwiązanie układu sygnalizacji stanu napięcia można uprościć w ten sposób, że w obwód zasilania żarówek wskaźnika wprowadza się odpowiednio połączenia od styków wyłącznika szybkiego. Przekaźnika podnapięciowego — w tym przypadku nie stosuje się. Żarówki sygnalizacyjne wskaźnika są zapalone przy położeniu otwartym wyłącznika szybkiego, co oznacza wyłączenie napięcia z odcinka sieci.

W ramach ochrony biernej na PKP stosuje się od kilkunastu lat zabezpieczenie lin nośnych w postaci powłok ochronnych wykonanych z taśm — azbestowej i włókna szklanego, odpornych na działanie łuku elektrycznego w warunkach wysokich temperatur. Pierwszą warstwę ochronną liny nośnej stanowi taśma azbestowa, drugą warstwę — taśma z włókna szklanego. Schemat zabezpieczenia lin nośnych przedstawiono na rysunku 4, niektóre parametry materiałów pokazano w załączonej tabelicy.

Ze względu na znacznie trudniejsze zabezpieczenie przewodów jezdnych spowodowane koniecznością zapewnienia bezpośredniej współpracy mechanicznej i elektrycznej ślizgacza pantografu z tymi przewodami, oraz braku materiałów o wysokiej odporności termoelektrycznej, rozwiązania konstrukcyjne przewodów jezdnych pojawiły się w sieci trakcyjnej na PKP, stosunkowo niedawno.

Na PKP wdrożono do prób eksploatacyjnych urządzenie ochrony przeciwłukowej przewodów jezdnych w prześle naprężenia. Zasada działania ochronnego tego urządzenia polega na skierowaniu łuku elektrycznego między ślizg pantografu a dodatkowe prowadnice wymienionego urządzenia. Przewody jezdne na odcinku między



Rys. 4. Przesło izolowane naprężenia sieci skompensowanej z jednym przewodem jezdным z zastosowaną izolacją termiczną

Material	Szerokość mm	Średnica mm	Grubość mm	Masa	Norma	Zastosowanie
Rury z twardego polichlorku winylu, typ lekkie	—	zewnątrz. 20,4	ścianki — 1,9	rura 1 m — 0,14 kg	BN-62/3067-01	do przewodów jezdnych
	—	zewnątrz. 47,0	ścianki — 2,9	rura 1 m — 0,47 kg	j.w.	j.w.
Taśmy azbestowe termoizolacyjne typu 90AT7113	30 ± 1	—	$2 \pm 0,2$	taśma 1 m — 53 ± 4 g	PN-69/P-88010	do lin nośnych
Taśmy tkane izolacyjne z jedwabiu szklanego	30 ± 1	—	$0,30 \pm 0,03$	taśma dług. 100 m — 392 ± 39 g	PN-69/6859-02	do lin nośnych

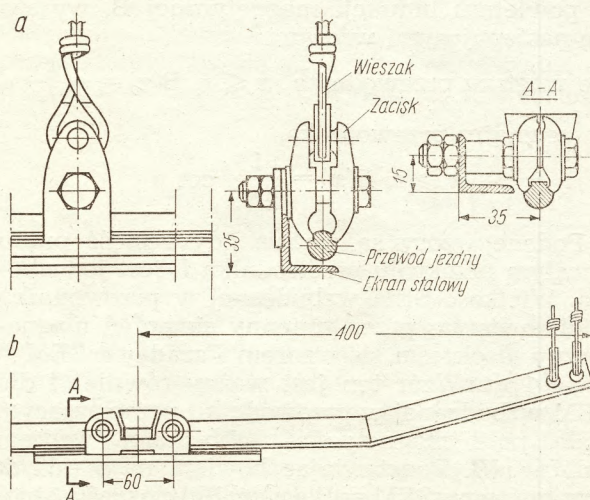
wspólną bieżnią a miejscem ich zawieszenia na wysięgu pomocniczym są na pewnej długości ochronione termicznie wielowarstwowo — żywicą poliestrową, rurą winidurową, taśmą poliestrową, taśmą azbestową i taśmą szklaną. Do właściwych przewodów jezdnych dołączone są przewody dodatkowe (z rożkami wydmuchowymi), po których w czasie przejazdu przez przesło ślizga się pantograf. W czasie przejazdu pojazdu trakcyjnego łuk elektryczny, który ewentualnie powstanie, utrzyma się między pantografem a przewodem dodatkowym i w miarę przesuwania się pantografu przeniesie się do rożków wydmuchowych, gdzie nastąpi jego wygaszenie. Dotychczasowe rezultaty eksploatacyjne uwydatniły jednak pewne wady tego urządzenia. Otóż, w przypadkach jazdy taboru elektrycznego o kierunku przeciwnym (dwukierunkowy ruch jednotorowo — np. układy awaryjne lub układy ruchu zbanalizowanego) w stosunku do kierunku — przy którym funkcjonuje urządzenie, wymagane jest opuszczenie pantografów. Powstaje zatem potrzeba dodatkowego powiadamiania obsługi maszynistowskiej o konieczności opuszczania pantografów oraz zagwarantowanie wykonania tej operacji. Nieopuszczenie pantografów przy przeciwnym kierunku jazdy może spowodować przepalenie przewodów na skutek niezadziałania urządzenia a nawet częściowe jego uszkodzenie.

W ramach ochrony biernej koleje radzieckie stosowały początkowo ekrany wykonane z elementów stalowych lub w postaci dodatkowego przewodu stalowo-aluminiowego. Ekrany przymocowane były do przewodów jezdnych w obszarze przesła izolowanego, za pomocą zacisków. Dolna powierzchnia ekranu przedstawionego na rysunku 5a, z którą współpracuje pantograf, znajdowała się poniżej powierzchni roboczej przewodu, natomiast końce tego ekranu przedstawione na rysunku 5b były zagięte do góry w celu umożliwienia płynnego przejścia pantografu z przewodu na ekran i odwrotnie. Ze względu na dość duży ciężar ekranu, powyższe rozwiązanie nie znalazło szerszego zastosowania na liniach ze zwiększonymi prędkościami jazdy

gdyż znaczne masy skupione uniemożliwiają właściwą współpracę pantografu z siecią.

Wysiłki konstruktorów idą w kierunku stworzenia takiego rozwiązania przerwy elektrycznej, które samodzielnie chroniłoby przewody jezdne przed przepaleniami oraz powodowało jak najmniejsze zakłócenia w pracy silników trakcyjnych (krótkotrwałe przerwy w zasilaniu elektrycznego obwodu głównego) umożliwiając jednocześnie płynną współpracę pantografu z siecią przy dowolnych prędkościach jazdy bez konieczności wyłączania prądu obwodu głównego. Urządzenie powinno w przypadku powstania łuku elektrycznego samodzielnie spowodować jego zgazowanie w zakresie prądów roboczych o wartościach poniżej nastawienia wyzwalaczy wyłączników szybkich.

Pomimo istnienia znacznych trudności w wyłączalności prądu stałego w stosunku do prądu zmiennego, w trakcji prądu stałego nastąpił postęp w tworzeniu nowych konstrukcji, szczególnie po wprowadzeniu materiałów z tworzyw sztucznych odpornych mechanicznie i elektrycznie (patrz artykuł o izolatorach sekcyjnych z tworzyw sztucznych na kolejach radzieckich „PKE” nr 12/1971 r.).



Rys. 5. Ekran stalowy w przesłach naprężenia (rozwiązanie radzieckie)

Na PKP wdrożono do eksploatacji nowy typ izolatora sekcyjnego w którym część izolacyjna wykonana jest z tworzywa sztucznego o wyższych parametrach wytrzymałościowych w stosunku do parametrów tradycyjnego izolatora sekcyjnego z zastosowaniem porcelany elektrotechnicznej. Wprowadzenie na nowoelektryfikowanych liniach kolejowych oraz zastosowanie w eksploatacji izolatorów z tworzyw sztucznych odpornych na działanie łuku elektrycznego powinno przyczynić się do poprawy współpracy pantografów z siecią trakcyjną pod względem elektrycznym i dynamicznym i w poważnym stopniu zmniejszyć przepalenia przewodów trakcyjnych w przerwach elektrycznych.

W celu przeciwdziałania przepaleniom przewodów w ramach stosowanych aktualnie rozwiązań konstrukcyjnych przerw elektrycznych,

konstruktorzy obcych zarządów kolejowych zalecają także stosowanie w miejscach zagrożonych łukiem elektrycznym przewodów o zwiększonym przekroju i większej odporności termicznej np. przewody jezdne z miedzi kadmowej lub przewody stalowo-aluminiowe.

Dotychczasowe doświadczenia eksploatacyjne wykazują jednak iż, najprostszym i najskuteczniejszym przeciwdziałaniem przepalaniu przewodów w przerwach elektrycznych jest konsekwentne realizowanie ochrony czynnej, a zatem niedopuszczanie do powstawania łuku elektrycznego co uzyskuje się w zakresie obsługi taboru elektrycznego poprzez honorowanie oświadczenia sieci, natomiast w zakresie działalności personelu sieci i zasilania poprzez stwarzanie odpowiednich układów zasilania i sekcjonowania sieci trakcyjnej.

mgr inż. Kazimierz Cianciara

Fizyczna interpretacja wytwarzania SEM przez oddziaływanie pól magnetycznych na przewodniki Część II

Zjawiska fizyczne zachodzące przy generacji SEM w nieruchomych przewodnikach obejmowanych zmiennymi polami magnetycznymi

Rozpatrzmy najpierw przykład wytwarzania SEM w przewodniku 1 równoległym do pobliskiego stosunkowo długiego przewodnika L, w którym płynie prąd zmienny wytwarzający zmienne pole magnetyczne (rys. 1). Przy sporządzaniu rysunków 1 i 2 założono, że $L = 100r$ a $l = 0,2 L$.

Z elektrotechniki ogólnej wiemy, że wartość natężenia pola magnetycznego H , równego w powietrzu indukcji magnetycznej B , wyraża się następującymi wzorami:

$$\text{we wnętrzu przewodnika, } x \leq r, B(x) = \frac{i x}{2 \Pi r^2}$$

na zewnątrz przewodnika,

$$x \geq r, B(x) = \frac{i}{2 \Pi x} \cos \alpha$$

Podane wzory są ważne, gdy gęstość prądu w całym przekroju przewodnika L jest jednako-
wa. Wielkość SEM wzbudzonej w przewodniku obejmowanym przez zmienny strumień magnetyczny Φ określa się wzorem Faraday'a SEM = $-\dot{\Phi}$. Wzór ten jest ważny również i dla SEM wzbudzonej w przewodniku przecinającym stałe pole magnetyczne, określanej wzorem SEM = $v l B$. Podstawiając bowiem na $v = dx/dt$ otrzymujemy SEM = $B l dx/dt$. $B l dx$ określa strumień magnetyczny $d\Phi$ jaki został przecięty przez przesuwany przewodnik w czasie dt .

Uwzględniając podane wyżej wzory dla indukcji magnetycznej $B(x)$ i przyjmując, że prąd w przewodniku L $i = I_0 \sin \omega t$ otrzymujemy, że strumień magnetyczny obejmujący przewodnik 1 umieszczony w odległości a od przewodnika L wyraża się wzorem

$$\begin{aligned} \Phi &= \int_a^\infty B(x) dx \cdot 1 = 1 \int_a^\infty \frac{I_0 \cos \alpha}{2 \Pi x} \cdot \sin \omega t \cdot dx = \\ &= \frac{1}{2} \frac{I_0}{\Pi} \sin \omega t \int_a^\infty \frac{\cos \alpha}{x} dx \end{aligned}$$

(Strumienie magnetyczne od indukcji w zakreskowanych polach na rysunku 1b znoszą się)

$$\begin{aligned} \int_a^\infty \frac{\cos \alpha}{x} dx &= \int_a^\infty \frac{L dx}{2x \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + x^2}} = \\ &= \ln \frac{\frac{L}{2} + \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + a^2}}{a} \end{aligned}$$

$$\Phi = \frac{1}{2} \frac{I_0}{\Pi} \cdot \sin \omega t \ln \frac{\frac{L}{2} + \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + a^2}}{a} \quad (1)$$

Wyprowadzając wzór na Φ założyliśmy, że

$$B(x) = \frac{I_0 \cos \alpha}{2\pi x} \sin \omega t$$

czyli, że zmiany B odbywają się jednocześnie ze zmianami prądu i , podczas gdy w rzeczywistości jak wiemy rozprzestrzenianie się pól magnetycznych (elektrycznych) odbywa się ze skończoną prędkością równą prędkości światła $c = 3 \cdot 10^8$ m/s. Tak więc chwilowa wartość indukcji magnetycznej dochodzi do punktu oddalonego o x od źródła dopiero po czasie x/c . Innymi słowy indukcja magnetyczna spóźnia się w stosunku do prądu o czas x/c a w mierze kątowej o kąt $x/c \cdot \omega$. Wzór na indukcję magnetyczną uwzględniający prędkość rozchodzenia się indukcji ma postać

$$B(x) = \frac{I_0 \cos \alpha}{2\pi x} \cdot \sin \left(\omega t - \frac{x}{c} \omega \right) \quad (1a)$$

O ile opóźnienie fazowe indukcji $\frac{x}{c} \omega$ jest pomijalnie małe, tzn. gdy $\frac{x}{c} \omega \ll \frac{\pi}{2}$ to możemy

w rachunkach przyjmować, że indukcja zmienia się bezwzględnie, jednocześnie z prądem. Warunek ten jest spełniony, gdy

$$\frac{x}{3 \cdot 10^8} \omega \ll \frac{\pi}{2}$$

a dla częstotliwości prądu przemysłowego ($f = 50$ okresów na sekundę) gdy

$$x \ll \frac{\pi \cdot 3 \cdot 10^8}{2 \cdot 2\pi \cdot 50} \cong 1,5 \cdot 10^6 \text{ m}$$

Na tak dużych odległościach już żadne pola nie występują. Z przyjętego założenia wynika, że praktycznie cały strumień magnetyczny wychodzący ze źródła do niego powraca (nie ma wypromieniowania pól elektromagnetycznych).

Po tych wyjaśnieniach określimy teraz SEM wzbudzaną w przewodniku l dla $a \geq r$

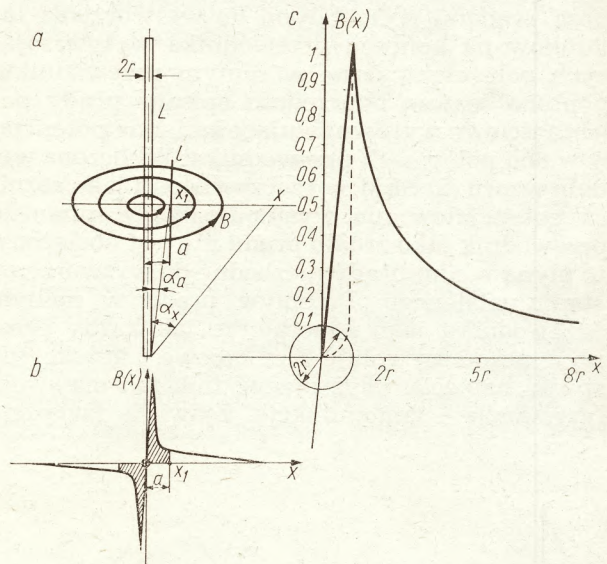
$$SEM = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{I_0 l \omega}{2\pi} \ln \frac{\frac{L}{2} + \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + a^2}}{a} \times \cos \omega t \quad (2)$$

Wytwarzana SEM jest efektem sił wywieranych na elektrony przewodzenia przez zmienne pole magnetyczne.

Korzystaliśmy już ze wzoru określającego siłę działającą na elektron poruszający się z prędkością v w stałym polu magnetycznym o indukcji B . $\vec{F}_B = e [vB]$, przy czym v oznacza tu prędkość względną między polem i elektronem. Przy zmiennym polu magnetycznym linie pola magnetycznego przy narastaniu i zanikaniu pola przesuwają się w stosunku do nieruchomego elektronu. Siłę wywieraną na elektron przez

zmienne pole magnetyczne możemy wyliczyć w sposób następujący:

Na elektron w przewodniku l znajdującym się np. w punkcie x_1 działa siła $F_B = evB$, gdzie v jest prędkością przesuwania się indukcji B przez punkt x_1 (rys. 1).



Rys. 1. Pole magnetyczne wytwarzane przez prąd płynący w przewodniku L . Rys. 1c przedstawia fragment rys. 1b w powiększeniu

Ze wzoru tego wynika, że siła ta zależy od iloczynu v i B natomiast same wartości v i B nie decydują jeszcze o wielkości siły.

Założmy, że średnia wartość siły F_{Bsr} wzdłuż przewodnika l wynosi $e(vB)_{sr}$. Mnożąc i dzieląc ten iloczyn przez $l \cdot dt$ otrzymujemy

$$(vB)_{sr} \frac{l \cdot dt}{l \cdot dt}$$

$(vB)_{sr} \cdot l dt = (v dt B)_{sr} \cdot l = (dx \cdot B)_{sr} \cdot l = d\Phi$ gdzie $d\Phi$ określa zmianę strumienia magnetycznego obejmującego przewodnik l w czasie dt .

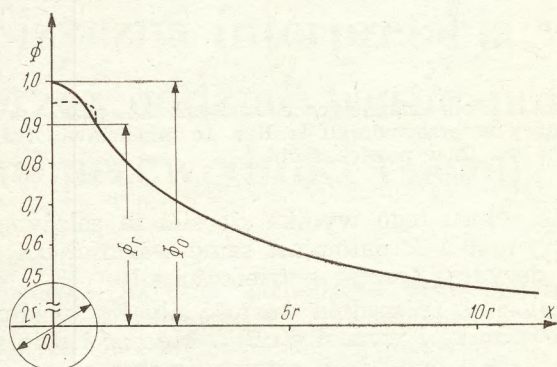
$$F_{Bsr} = e(vB)_{sr} = \frac{e \cdot d\Phi}{l \cdot dt} \quad (3)$$

Całkowity strumień magnetyczny obejmujący przewodnik l określa wzór (2). Podstawiając do wzoru (3) wartość $d\Phi/dt$, wyliczoną ze wzoru (2) otrzymujemy:

$$F_{Bsr} = e(vB)_{sr} = - \frac{I_0 e \omega}{2\pi} \cdot \ln \frac{\frac{L}{2} + \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + a^2}}{a} \times \cos \omega t \quad (4)$$

Siła F_B powoduje przepływ elektronów wzdłuż przewodnika i wytworzenie się ładunków na końcach przewodnika, które wytwarzają w nim pole elektryczne działające na elektrony przewodzenia. W stanie ustalonym wystąpi stabilizacja zmiennych sił od pola magnetycznego F_B i sił od pola elektrycznego F_E a wypadkowa siła $\Delta E = F_B + F_E$ wywołuje przepływ ustalonego prądu zmiennego. Wartość siły F_B (jej ampli-

tuda) wzdłuż przewodnika waha się od swego maksimum w środku przewodnika do minimalnych wartości na końcach przewodnika. Tak samo zmieniają się amplitudy sił F_E i ΔF a tym samym amplitudy prądów wzdłuż przewodnika z tym, że siły ΔF i prądy na końcach przewodnika mają wartości zerowe. W przewodniku tym poza prądami potrzebnymi do wytworzenia ładunków na końcach przewodnika wytwarzających pole elektryczne w samym przewodniku, popłyną jeszcze poprzednio opisane prądy pojemnościowe wyrównujące zmienne potencjały w obu połówkach przewodnika. Wyliczona według wzoru (2) SEM w rzeczywistości jako różnica potencjałów nie występuje, gdyż mimo że przewodnik jako źródło prądu nie jest obciążony, to płyną w nim prądy niezbędne do wytworzenia stanu ustalonego. Przepływ prądu w naszym przewodniku jako generatorze jak każdy przepływ prądu wywołuje tzw. omowe i indukcyjne spadki napięcia, gdyż przewodnik ten ma swoją rezystancję i samoindukcję. Zjawiska związane



Rys. 2. Zależność amplitudy strumienia magnetycznego obejmującego umyślną nitkę przewodzącą od położenia tej nitki w stosunku do osi przewodnika L

z występowaniem spadków napięcia omówione będą w końcu artykułu. Różnica potencjałów na końcach przewodnika równa $\int E dl$ jest mniejsza od wyliczonej SEM ze wzoru (2). Wyliczona wartość SEM odnosi się do fikcyjnego przypadku, gdy w przewodniku nie przepływa żaden prąd. Natomiast wartość siły F_B wyliczonej ze wzoru (4) jest równa rzeczywiście wywieranej sile na elektrony przez pole magnetyczne.

Na rysunku 2 przedstawiono strumień magnetyczny (amplitudy) obejmujący umyślną nitkę przewodzącą l według układu podanego na rysunku 1, w zależności od jej położenia w stosunku do osi pręta L wywołującego zmienne pole magnetyczne. Im dalej nitka ta jest oddalona od źródła pola tym mniejszy jest strumień ją obejmujący. Przy oddaleniu nitki od osi przewodnika L strumień obejmujący nitkę maleje na drodze od $x=0$ do $x=r$ z Φ_0 do Φ_r . Podany na rysunku 2 przebieg zmienności strumienia magnetycznego (linia ciągła) odnosi się do przypadku, gdy gęstość prądu w całym przekroju pręta L jest stała. W tej zmienności strumienia obejmującego umyślną nitkę w samym przewodniku L tkwi przyczyna występowania zjawiska naskórkowości. W nitce środkowej wzbud-

zana SEM samoindukcji jest największa a w nitce przy powierzchni jest najmniejsza, co wynika z wielkości strumieni magnetycznych obejmujących te nitki. Dopóki SEM samoindukcji w nitce jest niewielka w stosunku do spadku omowego napięcia to jej wpływ na wartość prądu jest niewielki, gdyż SEM opóźniona w sto-

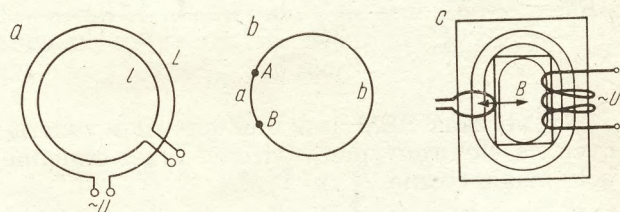
sunku do prądu o $\frac{\Pi}{2}$ jest w przybliżeniu tak

samo opóźniona w stosunku do przyłożonego napięcia do przewodnika L i tym samym jej wpływ na ograniczenie prądu w nitce jest niewielki. Natomiast gdy SEM w nitce jest bardzo duża ($\omega L \gg R$) a więc gdy ω jest bardzo duże, to SEM opóźniona o $\frac{\Pi}{2}$ w stosunku do prądu,

w stosunku do przyłożonego napięcia jest opóźniona blisko o Π , czyli jest skierowana przeciwnie do napięcia przyłożonego i tym samym bardzo radykalnie obniża prąd w nitce. A ponieważ SEM w nitce środkowej jest największa, stąd obniżenie prądu w tej nitce jest największe. Warunkiem występowania naskórkowości jest więc odpowiednio duża częstotliwość prądu przez co wzbudzana SEM samoindukcji jest w pełnym wymiarze przeciwna przyłożonemu napięciu. Z powyższego wynika, że zjawisko naskórkowości występuje przy tym wyższej częstotliwości im większa jest rezystancja przewodnika. W miarę występowania zjawiska naskórkowości indukcja magnetyczna we wnętrzu przewodnika zmienia się tak jak to pokazano liniami przerywanymi na rysunku 1c, a strumień magnetyczny obejmujący umyślną nitkę tak jak pokazano na rysunku 2. Z rysunku 2 widać, że strumień obejmujący nitki w prawie całym przekroju przewodnika L jest jednakowy i dopiero przy samej powierzchni zewnętrznej spada gwałtownie, co doprowadza do skupiania się całego prądu przy powierzchni przewodnika.

Rozpatrzmy teraz przypadek najczęściej spotykany tj. występowanie SEM w zwoju obejmującym zmienny strumień magnetyczny.

Gdy poprzednio rozpatrywany układ przewodników L i l zwiniemy w kształt zwojów, to sytuacja nie ulega zasadniczej zmianie, otrzymujemy układ pokazany na rysunku 3. Na elek-



Rys. 3. Układ z przewodnikami wzbudzającym i wzbudzonym w kształcie zwojów

trony w każdym elemencie zwoju dl działa siła na skutek przesuwania się przez niego indukcji magnetycznej przy narastaniu i zanikaniu prądu i w zwoju L . Siła ta ma kierunek prostopadły do B i v a więc wzdłuż dl . Przebieg zjawisk w zwoju l jest taki sam jak to opisano dla pręta

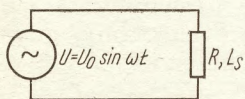
prostego. Przy obciążeniu zwoju na opisane poprzednio zmienne prądy biegu luzem nakładają się prądy od obciążenia. Gdy wywołany strumień magnetyczny skupiony jest w żelazie (rys. 3c) to sytuacja o tyle się zmienia, że przesuwnąca się przy zmianie prądu w cewce pierwotnej indukcja magnetyczna przecina rozpatrywany zwoj nie na całej długości a tylko na jego części, czyli siła F_B działa nie na całej długości zwoju, co jednak daje ten sam efekt, gdyż siła wtedy jest odpowiednio większa.

Rozpatrzmy teraz przypadek, gdy zwoj ten jest zwarty (rys. 3b). Mierzac różnicę potencjałów między punktami A i B przekonujemy się, że potencjały te są jednakowe, inaczej bowiem być nie może, skoro ewentualna różnica potencjałów na krótkiej części zwoju a musi być taka sama jak na długiej części zwoju b . O ile potencjał zwoju jest jednakowy na całej długości zwoju, to w zwoju tym nie występuje żadne pole elektryczne, mimo że płynie prąd. Dzieje się tak dlatego, że na elektrony w zwoju działa tylko siła od zmiennego pola magnetycznego F_B zaś siła od pola elektrycznego nie występuje $F_E = 0$. $\int E dl = 0$, $\Delta F = F_B + F_E = F_B$. Jest to już

eksperymentalny dowód, że na elektrony przewodzenia działają siły od narastania i zanikania pola magnetycznego. Powszechnie mówi się, że wzbudzana SEM zużywana jest na pokrycie spadków napięć w zwoju. Potencjał zwoju nie zależy od występujących tu pól magnetycznych i od przepływu prądu. Jest to m. in. uzasadnienie dlaczego w maszynach indukcyjnych zwarte uzwojenia nie są izolowane.

W podanych rozważaniach powoływano się na znane zjawisko opóźniania się fazy prądu w stosunku do napięcia na skutek samoindukcji przewodnika. Rozpatrzmy tu zjawiska na przykładzie prostego obwodu pokazanego na rysunku 4.

Dla łatwiejszego nawiązania do powszechnie stosowanych zależności w elektrotechnice przy posługiwaniu się prądem konwencjonalnym



Rys. 4. Odbiornik zasilany prądem zmiennym

a nie prądem elektronów, w tym przykładzie posługiwać się będziemy ruchem dodatnich nośników ładunku, pamiętając, że są to nośniki fiktacyjne.

Na odbiorniku panuje napięcie $U = U_0 \sin \omega t$. W odbiorniku bezindukcyjnym występujące pole elektryczne wywiera siły na dodatnie nośniki ładunku $F_E = +eE$, skutkiem czego popłynie prąd $i(t) = \sigma ES = \sigma SF_E/e$, gdzie σ jest przewodnością właściwą a S przekrojem przewodnika. Ponieważ przyjmuje się, że nośniki ładunku nie mają bezwładności stąd prąd $i(t)$ jest w fazie z siłą $F_E(t)$ a więc i z polem elektrycznym $E(t)$ i z przyłożonym napięciem $U(t)$.

Gdy w odbiorniku występuje pole magnetyczne, to na nośniki ładunku poza siłami od pola elektrycznego działają siły od pola magne-

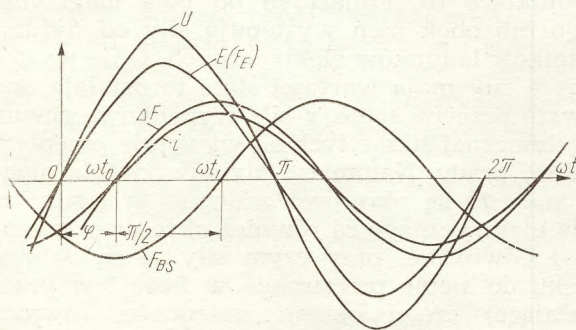
tycznego F_B jak to wyżej opisano a jej wartość wynosi $F_B = -evB = -d\Phi/dt$, znak minus bo siła odnosi się do ładunku dodatniego, podczas gdy wzór (3) odnosił się do ładunku ujemnego. Φ oznacza strumień magnetyczny obejmujący przewodnik wytwarzający ten strumień, l jest długością tego przewodnika. Zgodnie z doświadczeniem zakładamy, że prąd w odbiorniku jest opóźniony do napięcia o kąt φ czyli

$$i = I_0 \sin(\omega t - \varphi), \quad a \quad \frac{d\varphi}{dt} = L_s \frac{di}{dt} = L_s I_0 \cos(\omega t - \varphi) \cdot \omega$$

a więc siła $F_B = -e \frac{L_s I_0 \cos(\omega t - \varphi) \cdot \omega}{1}$

L_s jest współczynnikiem samoindukcji.

Na nośniki działa siła od pola elektrycznego i siła od pola magnetycznego samoindukcji a wypadkowa siła $\Delta F = F_E + F_{BS}$ powoduje przepływ prądu, który jest w fazie z siłą go wywołującą. Na rysunku 5 przedstawiono wza-



Rys. 5. Przebiegi rozpatrywanych wielkości występujących w obwodzie według rys. 4

jemne zależności U , E , F_E i F_{BS} oraz ΔF i prąd i dla przykładowo założonej wartości kąta φ . Siła F_{BS} , jak zaznaczono na rysunku 5, jest w stosunku do prądu i opóźniona o $\frac{\pi}{2}$, co łatwo

wykazać analizując wzór (4).

Ze wzoru tego wynika, że F_B jest proporcjonalne do $(-\cos \omega t)$ czyli do $\sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$, zaś

prąd i wywołujący indukcję B jest proporcjonalny do $\sin \omega t$. Takie przesunięcie fazowe siły F_B fizycznie można wyjaśnić następująco:

Dla $\omega t_1 = \varphi + \frac{\pi}{2}$ prąd i tym samym indukcja B

osiągają swe maksima, a więc w momencie $t = t_1$ zatrzymane zostaje narastanie indukcji B ($dB/dt = 0$) a tym samym zanika prędkość przesuwania się indukcji tzn. $v = 0$ a stąd $F_B = -evB = 0$. Dla $\omega t_0 = \varphi$ zanika prąd i indukcja B czyli w momencie $t = t_0$ indukcja zmienia znak a więc zmienia się kierunek przesuwania się aktualnie występującego pola magnetycznego. Stosunkowo duża w tym okresie prędkość przesuwania się indukcji B nagle zmienia kierunku. Na skutek tej nieciągłości prędkości prze-

suwania się indukcji mimo zanikania bezwzględnej wartości B , siła $F_B = evB$ uzyskuje swoją wartość maksymalną. W tym momencie prędkość przesuwania się indukcji uzyskuje bardzo duże wartości i stąd opóźnienie czasowe $B(t)$ w stosunku do $i(t)$ wg wzoru (1a) już ma praktyczne znaczenie. Zmiana kierunku B i v występuje jednocześnie a stąd kierunek siły F_B w tym momencie nie ulega zmianie.

Z analizy rysunku 5 wynika, że wypadkowa siła $\Delta F = F_E + F_{BS}$ wywołująca przepływ prądu w okresach narastania prądu (wartość bezwzględna) pochodzi od przewagi siły F_E nad siłą F_{BS} a w okresach zanikania prądu siła wypadkowa jest efektem współdziałania sił F_E i F_{BS} a w końcu efektem przewagi siły F_{BS} nad siłą F_E . Opisane zjawiska przy wytwarzaniu SEM i przy przepływie prądu wykazały, że we wszelkich obwodach elektrycznych na elektrony przewodzenia w przewodnikach działają dwa rodzaje sił tj. siły od pól magnetycznych i elektrycznych. W obwodach gdzie występują elektrochemiczne źródła prądu lub złącza półprzewodnikowe to zamiast sił od pola magnetycznego lub obok nich występują siły od dyfuzji nośników ładunków elektrycznych. O ile występujące siły mają wartości stałe to działają one zawsze przeciw sobie, a siła wypadkowa równa algebraicznej sumie tych sił wywołuje przepływ stałego prądu. Natomiast gdy siły od pola magnetycznego są okresowo zmienne to i siły od pola elektrycznego są również okresowo zmienne i odwrotnie, przy czym siły te są w stosunku do siebie przesunięte w fazie i w przeważającej części okresu zmienności również działają przeciw sobie. Istnieją przypadki, jak to wykazano przy zwartym zwoju znajdującym się w zmiennym polu magnetycznym, że siła wypadkowa pochodzi wyłącznie od pola magnetycznego i żadne siły elektryczne nie występują. I odwrotnie w odbiornikach bezindukcyjnych siła wypadkowa pochodzi wyłącznie od pola elektrycznego, siły od pola magnetycznego praktycznie nie występują.

W nawiązaniu do opisanych zjawisk występujących przy wytwarzaniu SEM należałoby jeszcze sprecyzować samo pojęcie SEM źródła prądu. Stosowane powszechnie pojęcie SEM oznacza występujące na zaciskach źródła prądu napięcie w stanie bezprądowym, przy czym zgodnie z definicją napięcie jest to praca przesunięcia jednostkowego ładunku elektrycznego między obu biegunami źródła prądu.

W naszych rozważaniach SEM należy traktować jako pracę przesunięcia przez generator jednostkowego ładunku pod wpływem siły wywieranej na elektrony przez pole magnetyczne. Siła ta działająca na pojedynczy elektron wynosi $F_B = evB$, a działająca na ładunek jedno-

stkowy $F'_B = \frac{F_B}{e} = vB$. Praca przesunięcia ła-

dunku jednostkowego przez przewodnik gene-

ratora 1 równa się $vB \cdot l = SEM$. Praca ta zużywana jest na pokonanie 2 rodzajów oporów występujących przy przepływie prądu przez generator a to:

1. Praca zużywana na przesunięcie elektronów o łączącym ładunku równym ładunkowi jednostkowemu (1 C) z niższego stanu energetycznego do wyższego stanu energetycznego tzn. przeciwko siłom F_E od pola elektrycznego w generatorze tj. z bieguna + do — (energia elektronu mającego ładunek ujemny wtedy wzrasta). Praca ta równa się napięciu U .

2. Praca zużywana na pokonanie oporów przepływu prądu przez generator. Praca ta równa się iR (całkowita energia tracona w ciągu 1 sekundy wynosi i^2R a przy przepływie ładunku jednostkowego $i^2R/i = iR$). Tak więc $SEM = U + iR$. Otrzymujemy powszechnie stosowany wzór $U = SEM - iR$.

W świetle podanych wyjaśnień SEM nie ma więc (z wyjątkiem stanów bezprądowych) odpowiednika w postaci różnicy potencjałów, która jest nieodłączną cechą napięcia. Innymi słowy SEM fizycznie biorąc jest wielkością fikcyjną odnosi się bowiem (ogólnie biorąc) do pracy wykonywanej siłą generacyjną źródła, która w rzeczywistości nie występuje, gdyż jest w bardzo poważnym stopniu zrównoważona przez siłę od pola elektrycznego w źródle prądu. Na dryfujące elektrony w źródle działa w rzeczywistości tylko siła wypadkowa niezbędna do pokonania oporów przepływu prądu w źródle.

Należy tu jednak mieć na uwadze, że siły od pola magnetycznego i siły od pola elektrycznego są fizyczną naturą zasadniczo się różnią. Pole sił elektrycznych jest polem potencjalnym i $\oint F_E = 0$, gdy pole sił od pola magnetycznego nie jest polem potencjalnym $\oint F_B \neq 0$. Efektem tego jest to, że na zaciskach generatora występuje pełne napięcie $U = El$ mimo, że siła wywołująca tym polem F_E nie uzewnętrznia się w oddziaływaniu na dryfujące elektrony, gdyż jest całkowicie zniwelowana przez siłę F_B .

Warto tu zaznaczyć, że energia potencjalna uzyskana przez elektrony przewodzenia „przeprchnięte” przez generator przez siły generacyjne przeciwko siłom od pola elektrycznego w ciągu 1 sekundy wynosi Ui i ta właśnie energia jest przez źródło oddawana w załączonym odbiorniku pobierającym prąd i .

Literatura

- Eberhard Spenke-Elektronische Halbleiter (Springer Verlag 1965)
- Tadeusz Cholewicki — Elektrotechnika teoretyczna (Wydawnictwa Naukowo-Techniczne 1967)
- A. N. Matwiejew — Teoria pola elektromagnetycznego (Państwowe Wydawnictwo Naukowe 1967)

Wypożazenie elektryczne obwodu głównego zespołu trakcyjnego serii EW58

Fabryka Wagonów „Pafawag” dostarczyła trzy prototypowe elektryczne zespoły trakcyjne serii EW58. Są to zespoły trójkawonowe o układzie wagonów: silnikowy—doczepny—silnikowy. Wagon silnikowy wyposażony są w kabiny sterownicze. Zespoły te charakteryzują się dużym przyspieszeniem rozruchu, pozwalającym przy pełnym obciążeniu na osiągnięcie prędkości technicznej 60 km/godz. na poziomym odcinku toru długości 1600 m. Najwyższa prędkość konstrukcyjna zespołu wynosi 120 km/godz. Jego ciężar w stanie próżnym 147 t ($2 \times 52,4 \text{ t} + 42,2 \text{ t}$).

W zespołach tych zastosowano po raz pierwszy w kraju hamowanie elektrodynamiczne, które pozwoli na uzyskanie znacznych oszczędności w zużyciu klocków hamulcowych. Moc ciągła jednego zespołu trakcyjnego napędzanego ośmioma silnikami trakcyjnymi zawieszonymi za „nos” wynosi 1650 kW. Tak znaczna moc konieczna jest ze względu na założone duże przyspieszenia jak i zastosowanie hamowania elektrodynamicznego.

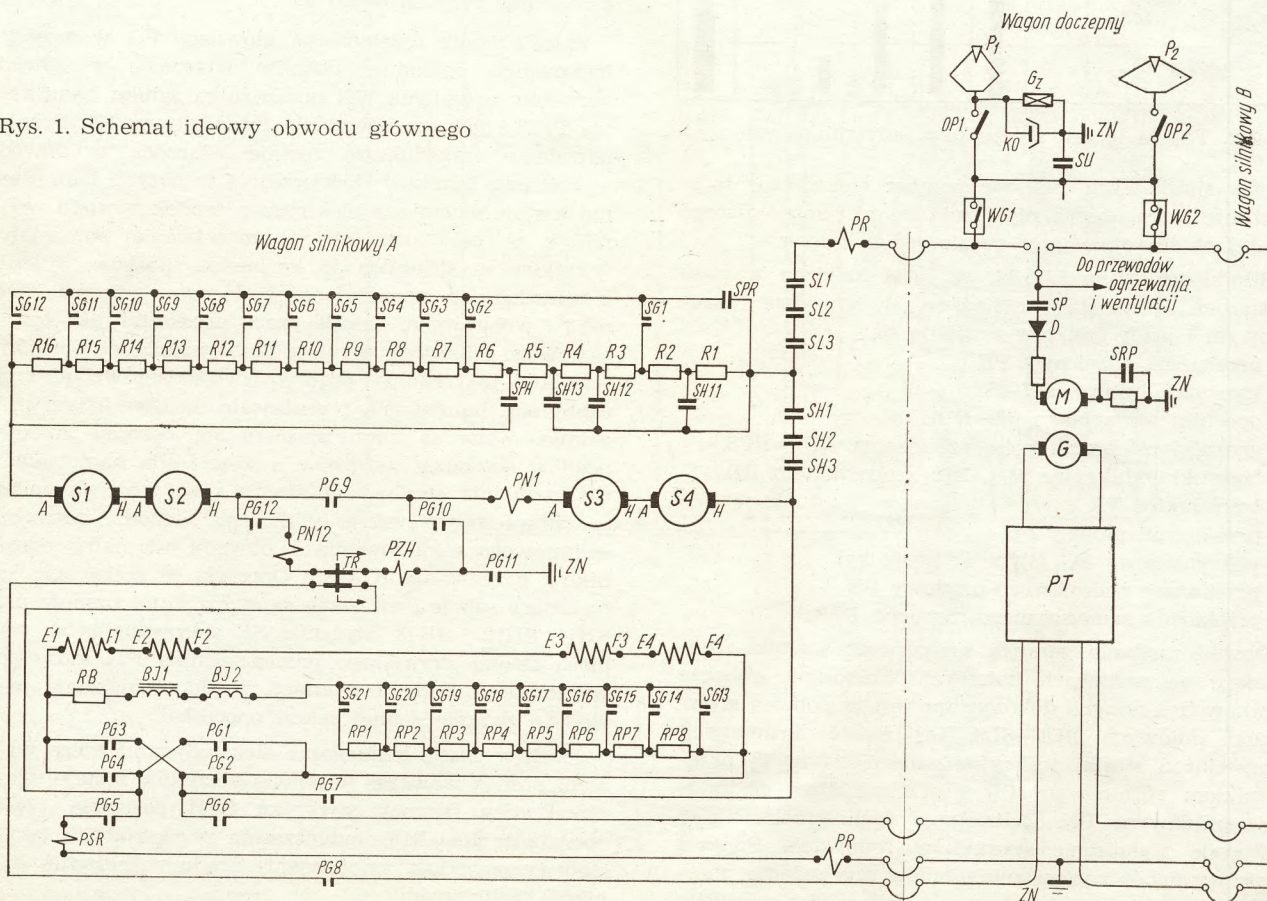
Prototypowe zespoły eksploatowane są na terenie Dyrekcji Północnej. Zespoły produkowane seryjnie przeznaczone będą w pierwszej kolejności dla Tróji miasta na Wybrzeżu na odcinku Gdańsk—Gdynia—Wejherowo, a następnie dla Warszawskiego Węzła Kolejowego.

Obwód główny

Schemat ideowy obwodu głównego elektrycznego zespołu trakcyjnego serii EW58 przedstawiono na rysunku 1. W obwodzie głównym znajduje się szereg aparatów i urządzeń, które będą omawiane kolejno, poczynając od sieci trakcyjnej. Prąd z sieci trakcyjnej pobierany jest przez jeden z dwu pantografów typu AKP-4E umieszczonych na dachu wagonu doczepnego (środkowy). Każdy pantograf przyłączony jest do obwodu głównego przez odłącznik OP. Oprócz pantografów i odłączników służących do odłączania pantografów w przypadku uszkodzenia, na dachu wagonu doczepnego znajduje się jeszcze odgromnik zaworowy OZ oraz kondensator odgromowy KO. Są one przyłączone równolegle do obwodu głównego. Również równolegle do obwodu głównego przyłączony jest stycznik uzimniający SU. Stycznik ten umieszczony jest w skrzynce pod wagonem w sąsiedztwie skrzyni wyłączników głównych. Stycznik SU służy do uzimienia obwodu głównego w wypadku potrzeby otwarcia którejkolwiek ze skrzyń z aparaturą WN.

Wszystkie z wymienionych do tej pory aparatów są od dawna stosowane w eksploatowanych zespołach trakcyjnych serii EN57 i nie wymagają szerszego omówienia.

Rys. 1. Schemat ideowy obwodu głównego



Następnym elementem obwodu głównego są dwa wyłączniki główne WG, umiejscowione w skrzyni na podwoziu wagonu doczepnego. Jeden z wyłączników stanowi zabezpieczenie obwodu głównego wagonu silnikowego A a drugi wyłącznik — wagonu silnikowego B.

Umieszczenie pantografów na wagonie doczepnym skraca drogę prądową do zasilania wagonów silnikowych i pozwala na zasilanie obwodów trakcyjnych obydwu wagonów silnikowych z jednego pantografu z zachowaniem 100% rezerwy w postaci drugiego pantografu. Umieszczenie w wagonie doczepnym wyłączników głównych było konieczne ze względu na objęcie ochroną elektrycznych łączników międzywagonowych zasilających obwody WN wagonów silnikowych. Korzyści tych nie można byłoby uzyskać przy wyposażeniu jednostki tylko w dwa pantografy, umieszczone po jednym na każdym wagonie silnikowym.

Za wyłącznikami głównymi znajduje się odgałęzienie do zasilania obwodów pomocniczych WN za pośrednictwem przełącznika OKZ. Obwody główne obu wa-

zapewniona jest selektywność działania zabezpieczeń obwodu głównego.

Zmiana kierunku obrotów silników trakcyjnych a tym samym kierunku jazdy realizowana jest przez zmianę kierunku prądu w uzwojeniach wzbudzenia EF za pomocą przełącznika głównego PG.

Regulacja prędkości obrotowej silników odbywa się przez zmianę oporności oporników rozruchowych włączonych szeregowo z silnikami oraz oporów bocznikowania uzwojeń wzbudzenia. Kolejne zwieranie segmentów oporników rozruchowych R1—R16 i oporników bocznikowania RP1—RP8 podczas rozruchu odbywa się za pomocą wału kulakowego SG, który sterowany jest przełącznikiem samoczynnego rozruchu PSR. W wypadku wystąpienia poślizgu w czasie rozruchu w obwód silników zostaje włączona stycznikami przeciwpoślizgowym rozruchu SPR część oporników rozruchowych R1 i R2, które uprzednio były wyeliminowane z obwodu. Poślizg wykrywany jest przez czujniki urządzenia przeciwpoślizgowego znajdujące się w przekładni zębatej każdego silnika. Sygnały z tych czujników po odpowiednim przekształceniu przez układ elektroniczny powodują otwarcie stycznika SPR.

Podczas hamowania elektrodynamicznego silniki zostają odłączone od sieci trakcyjnej stycznikami linowymi SL1—SL3. Wirniki silników pozostają nadal w połączeniu szeregowym i przez zamknięcie styczników hamowania SH1—SH3 zwierane są opornikami hamowania R1—R5 stanowiącymi część oporników rozruchowych. W tym czasie pozostałe oporniki rozruchowe R6—R16 są zawarte stycznikiem SPH. Uzwojenia wzbudzenia EF odłączone są przy pomocy przełącznika głównego PG od wirników i przełączone na zasilanie obce z przetwornicy za pośrednictwem przekształtnika tyrystorowego PT.

Przestawienie przełącznika głównego PG w pozycję hamowania powoduje ponadto włączenie w obwód wirników uzwojenia WN przekątnika zaniku hamowania PZH i jednego uzwojenia transduktora TR. Drugie uzwojenie transduktora zostaje włączone w obwód wzbudzenia silników. Jednocześnie w pozycji hamowania zostaje uziemiony elektryczny środek obwodu wirników w celu ustalenia i zmniejszenia potencjału wirników w stosunku do korpusów silników. Sygnał z transduktora, proporcjonalny do sumy prądów wirnika i wzbudzenia, steruje pracą przekształtnika tyrystorowego PT, który w miarę zmniejszania się obrotów wirników tak reguluje prąd w uzwojeniach wzbudzenia ażeby siła hamowania pozostawała na określonym poziomie. Wraz ze zmniejszaniem się obrotów maleje prąd w obwodzie wirników a więc i siła hamowania, zaś regulacja prądu wzbudzenia jest możliwa tylko w ograniczonym zakresie, dlatego zachodzi potrzeba stopniowego eliminowania z obwodu wirników oporników hamowania R1—R5. Oporniki te podzielone są na cztery sekcje i zwierane są stycznikami hamowania SH11, SH12 i SH13. Styczniki SH sterowane są za pomocą szlonu sterującego przekształtnika PT, który po wyczerpaniu zakresu regulacji prądu wzbudzenia powoduje zwarcie jednej sekcji opornika.

Jeżeli w czasie hamowania elektrodynamicznego wystąpi poślizg wówczas w obwód wirników zostaje włączona przy pomocy stycznika SPH pozostała część oporników R6—R16. Jednocześnie przekształtnik tyrystorowy powoduje zmniejszenie prądu wzbudzenia silników trakcyjnych.

Tabela łączni styczników indywidualnych

Rodzaj pracy	Poz.	Oporn. [Ω]	SL 1-3	SH 1-3	SH 11	SH 12	SH 13	SPR	SPH
Jazda	—	—	■	■	■	■	■	■	■
Hamowanie	1	8,600	■	■	■	■	■	■	■
	2	3,916	■	■	■	■	■	■	■
	3	1,632	■	■	■	■	■	■	■
	4	0,636	■	■	■	■	■	■	■

Rys. 2. Tabela łączni styczników indywidualnych

gonów silnikowych, zasilane poprzez elektryczne łączniki międzywagonowe, nie różnią się od siebie i dlatego od tej chwili omawiany będzie jeden z nich.

Silniki trakcyjne S1, S2, S3 i S4 każdego wagonu połączone są na stałe szeregowo. W obwodzie rozruchowym i jazdy silników znajdują się:

- przekątnik różnicowy PR
- styczniki linowe SL1—SL3
- oporniki rozruchowe R1—R16
- oporniki osłabienia pola wzbudzenia RP1—RP8
- boczniki indukcyjne BI1, BI2 z opornikiem RB
- transduktor TR
- przełącznik główny PG
- wał kulakowy SG (stycznik grupowy)
- przekątnik nadmiarowo-prądowy PN
- przekątnik samoczynnego rozruchu PSR.

Obwód zasilania zamyka się poprzez szczotki uziemniające na zestawach kołowych. Załączanie robocze silników trakcyjnych dokonywane jest za pomocą styczników liniowych SL1—SL3. Od zwarć doziemnych i przeciążeń silniki trakcyjne zabezpieczone są przekątnikiem różnicowym PR i przekątnikiem nadmiarowo-prądowym PN. Zadziałanie tych przekątników powoduje wyłączenie styczników liniowych. Poprzez właściwy dobór nastawienia prądów wyzwala przełącznika nadmiarowo-prądowego i wyłącznika głównego

Wyłącznik główny typu WST-400 jest aparatem o nowej konstrukcji zbudowanym na bazie zespołów stycznika PK-315. Jest to jednobiegunowy, pięcioprzerwowy wyłącznik niespolaryzowany, wyposażony w wyzwalacz nadprądowy o zakresie 400—800 A, wyzwalacz napięciowo-niedomiarowy spełniający równocześnie funkcję wyzwalacza manewrowego, napęd elektropneumatyczny sterowany elektrozaworem, łącznik pomocniczy posiadający po 4 pary styków zwiernych i rozwiernych, dźwignię manewrową i przycisk wyzwalający służące do beznapięciowego manewrowania wyłącznikiem.

Podstawowe dane techniczne wyłącznika WST-400

Znamionowe napięcie izolacji i robocze obwodów głównych — 3000 V

Znamionowe napięcie robocze obwodów sterowania — 110 V

Znamionowe napięcie izolacji obwodów sterowania — 500 V

Obciążalność znamionowa obwodów głównych — 400 A

Obciążalność znamionowa obwodów sterowniczych — 6 A

Znamionowa zdolność zwarcioowa wyłączania przy $U = 3750 \text{ V}$ i $t = 15 \text{ ms}$ — 10 kA

Znamionowa częstość łączeń w ciągu doby — 40

Dopuszczalna przejściowa częstość łączeń na godz. — 10.

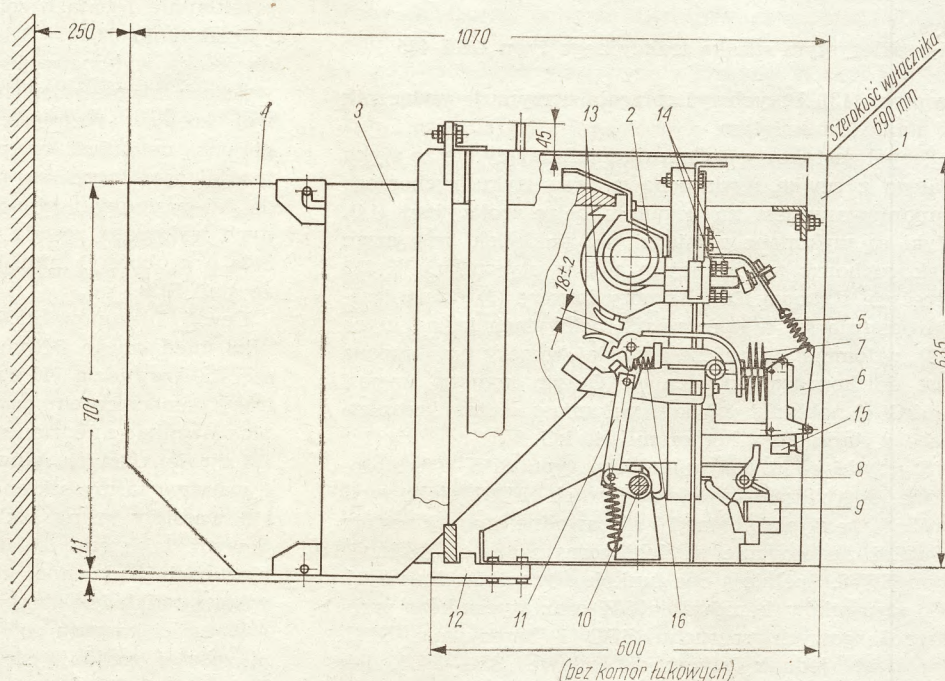
Budowa i działanie wyłącznika

Szkic i schemat elektryczny wyłącznika przedstawiony jest na rysunku 3. Stalowy korpus wyłącznika

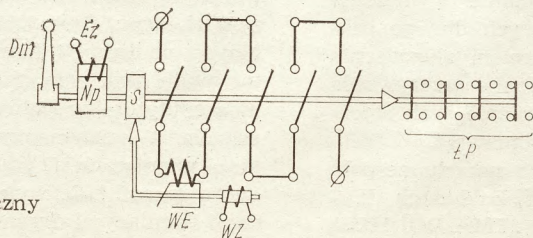
1 wykonany z profilowanych belek stanowi konstrukcję nośną dla pięciu zespołów stykowych (2) połączonych szeregowo i spełniających rolę jednobiegunowego układu przewodzącego. Każdy zespół stykowy ma własną komorę łukową (3) z nakładką (4). Na przytwierdzonej do korpusu belce izolacyjnej (5) umocowany jest wyzwalacz zwarcioowy (6), którego uzwojenia (7) włączone jest szeregowo w główny tor prądowy. Na zworze wyzwalacza zwarcioowego znajduje się fabrycznie nastawiony i zaplombowany popychacz (15). Jego odległość od dźwigni na wałku wyzwalacza (8) jest tak ustawiona, że wyłączenie WG następuje ok. 3 mm przed końcem ruchu popychacza.

Zwory wyzwalaczy nadprądowego (6) i ponadnapięciowego (9) działając na wałek wyzwalacza (8) powodują zadziałanie wolnego sprzęgła i otwarcie wyłącznika.

W razie zaniku napięcia sterowania lub jego spadku poniżej 0,1 wartości nominalnej tj. 11 V wyzwalacz podnapięciowy (9), zwany inaczej niedomiarowym, powoduje otwarcie wyłącznika i nie pozwala na jego zamknięcie, jeżeli napięcie to jest niższe od 0,6 U_n tj. 66 V. Odległość między zworą wyzwalacza podnapięciowego a dźwigienką wałka wyzwalacza powinna wynosić 0,5—1,0 mm. Wolne sprzęgło osadzone jest na końcu wału głównego (10), napędzającego układ stykowy. Napęd wyłącznika stanowi zespół siłownika pneumatycznego i zblokowanego z nim elektrozaworu. Napięcie sterowania elektrozaworu wynosi 110 V. Zakres działania napędu 3,5—6,0 atn. Ruch zamykający przenoszony jest od siłownika przez wolne sprzęgło na wał główny (10) i poprzez ciągi izolacyjne (11)



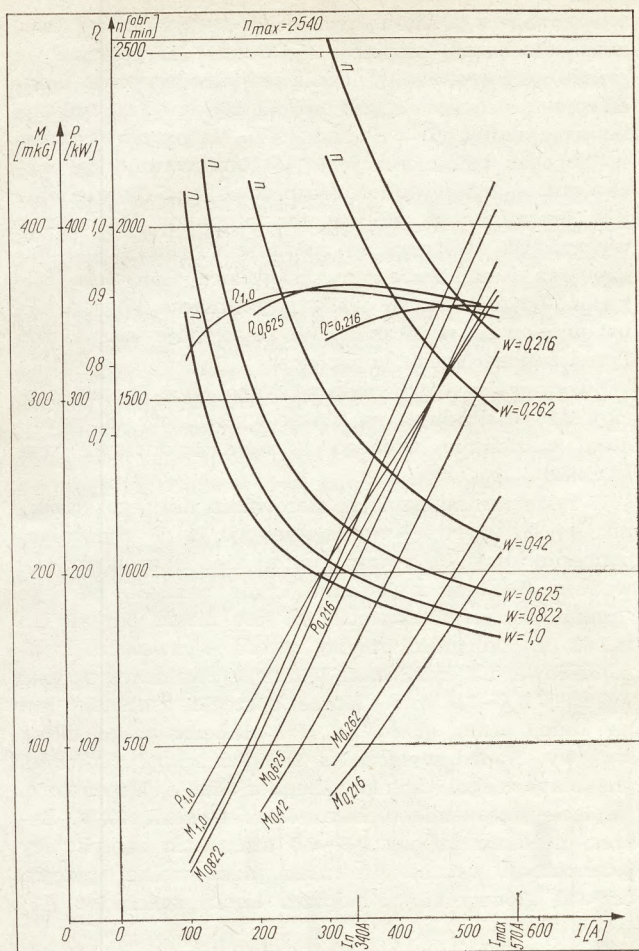
Schemat elektryczny wyłącznika



Legenda:

- ŁP - łącznik pomocniczy
- WE - wyzwalacz zwarcioowy
- WZ - wyzwalacz podnapięciowy
- S - wolne sprzęgło
- Np - napęd elektropneumatyczny
- Ez - elektrozawór
- Dm - dźwignia manewrowa

Rys. 3. Szkic i schemat elektryczny wyłącznika głównego WG



Rys. 4.
Charakterystyki silnika trakcyjnego typu LKa-435

na styki (13). Przechwyt sprzęgła utrzymuje wyłącznik w stanie zamkniętym.

Zespół zestykowy wyłącznika składający się ze styku stałego z cewką wydmuchową oraz styku ruchomego zamontowany jest na wspólnej belce izolacyjnej (14). Styki są wykonane z miedzi bez nakładek przy czym styk ruchomy ma silniejszą niż w styczniku PK-315 sprężynę stykową (16). Komory łukowe (3) dolną częścią opierają się w specjalnych uchwytach izolacyjnych (12), natomiast górna część każdej komory przykręcona jest do korpusu wyłącznika. Ciężar komory wynosi 23 kG a nakładki 5,5 kG, natomiast ciężar kompletnego wyłącznika z komorami 240 kG.

Styczniki elektropneumatyczne typu SPK-400, stosowane dotychczas w lokomotywach EU07, jako wypróbowane w eksploatacji i niezawodne aparaty zostały również zastosowane w elektrycznym zespole trakcyjnym EW58. Spełniają one funkcje styczników liniowych SL, styczników hamowania SH oraz styczników przeciwpoślizgowych rozruchu SPR i hamowania SPH. Ponieważ jednak styczniki liniowe SL1—SL3 jak i styczniki hamowania SH11—SH13 oprócz przerywania prądów roboczych mają za zadanie wyłączanie prądów przeciążeniowych i zwarciovych dlatego pracują połączone po trzy szeregowo, celem złagodzenia trudnych warunków pracy i ułatwienia przerywania łuku. Z uwagi na duże rozpowszechnienie tych styczników nie ma potrzeby bliżej ich omawiać.

Silnik trakcyjny typu LKa-435. Do napędu zespołu trakcyjnego EW58 w Dolnośląskich Zakładach Wytwórczych Maszyn Elektrycznych „EMA-DOLMEL”

został opracowany nowej konstrukcji silnik trakcyjny typu LKa-435. Jest to szeregowy silnik prądu stałego przystosowany do pracy prądnicowej podczas hamowania elektrodynamicznego jako prądnica obcowzbudna. Elektryczny zespół trakcyjny EW58 wyposażony jest w osiem takich silników zawieszonych systemem półodprężynowanym „za nos”. Cztery silniki każdego wagonu silnikowego połączone są stale szeregowo zarówno w układzie pracy silnikowej jak i prądnicowej. Silniki te są maszynami nieskompensowanymi, czterobiegowymi z przewietrzaniem własnym. Charakterystyki silnika LKa-435 przedstawione są na rysunku 4.

Dane znamionowe silnika LKa-435

Napięcie — 3000/4 V

Moc godzinna — 233 kW

Prąd mocy godzinnej — 340 A

Prędkość obrotowa przy mocy godzinnej — 1140 obr/min

Moc ciągła — 205 kW

Prąd mocy ciągłej — 300 A

Prędkość obrotowa przy mocy ciągłej — 1200 obr/min

Największa prędkość obrotowa — 2540 obr/min

Maksymalne napięcie na zaciskach silnika — 1000 V

Maksymalny prąd rozruchowy — 570 A

Znamionowy stopień wzbudzenia — 62,5%

Minimalny stopień wzbudzenia — 21,6%

Sprawność silnika — 0,920

Klasa izolacji — F

Masa silnika — 2100 kG

Moment obrotowy silnika przekazywany jest na zestaw kołowy jednostronnie poprzez jednostopniową przekładnię zębatą o zębach prostych z modułem (10) i przełożeniu $69/18 = 3,833$. Kadłub silnika o przekroju ośmiokąta wykonany jest ze staliwa o dobrych właściwościach magnetycznych. W osiach poziomej i pionowej korpusu rozmieszczone zostały cztery bieguny główne, natomiast cztery bieguny pomocnicze zwane inaczej zwrotnymi są przesunięte o 45° w stosunku do osi poziomej i pionowej. Rdzenie biegunów głównych wykonane zostały z blach stalowych w gatunku St2s o grubości 1 mm, natomiast bieguny pomocnicze ze stali St3s.

Cewki biegunów głównych wykonano z płaskownika miedzianego DNpm 2,5 mm $\times$ 25 mm nawiniętego szerszą krawędzią (40 zwojów) natomiast cewki biegunów pomocniczych nawinięte są węższą krawędzią płaskownika miedzianego DNpm 22 mm $\times$ 3,5 mm (23 zwoje). Izolację główną uzwojeń stojana stanowią: 1 warstwa taśmy szklanej, 4 warstwy taśmy Epoxterm i 3 warstwy taśmy szklanej, całość nasyciona epoksydowym lakierem izolacyjnym. Osadzenie cewek na biegunach wykonane jest za pomocą kitu epoksydowego i podkładek gumowych.

W części korpusu po stronie przeciwnej do przekładni zębatej znajdują się cztery trzymadła szczotkowe. Z uwagi na trudne warunki pracy silników zastosowano w nich trzymadła szczotkowe importowane z WRL typu Rwt 2 $\times$ 2040, produkowane przez Ganz Mavag na licencji firmy Ringsdorf. Konstrukcja tych trzymadeł zapewnia stały docisk szczotek do powierzchni komutatora w pełnym zakresie ich dopuszczalnego zużycia. W każdym trzymadle znajdują się dwie szczotki o wymiarach (2 $\times$ 10) $\times$ 40 mm i długości 50 mm. Są to szczotki dzielone w gatunku EG14D z nakładkami tłumiącymi drgania i z linkami z licy miedzianej.

Szczotki EG14D jak również zalecane przez DOLMEL szczotki EG6749N powinny być wykonywane z materiałów angielskich firm Morganite Carbon lub Battersea. Dopuszcza się również stosowanie szczotek w gatunkach: E9 z materiałów f-my Elektrokochle Lichtenberg NRD, E28s z ZEW Racibórz oraz Re59n f-my Kolektra RFN. Dopuszczalne zużycie szczotki wynosi 30 mm, a nacisk szczotki powinien wynosić od 2,45 do 3,15 kG. Odległość obsady szczotkowej od powierzchni roboczej komutatora wynosi 2^{+1} mm.

Dla umożliwienia wymiany szczotek w górnej i dolnej części korpusu silnika w przestrzeni komutatorowej przewidziano duże otwory inspekcyjne, przykryte odejmowanymi pokrywami.

Sprasowany pakiet żelaza czynnego wirnika, wykonany z blach w gatunku 2,3-E3-0,5 (wg PN/H-92124) izolowanych lakierem oraz komutator, osadzone są na wale wirnika za pośrednictwem tulei stalowej, co umożliwia wymianę wału w przypadku jego uszkodzenia. Na tuleję stalową od strony przekładni naprasowany jest podwójnik z przymocowanym do niego podwójnym wentylatorem promieniowym o średnicy zewnętrznej 647 mm.

Średnica zewnętrzna blach wirnika wynosi 435 mm, a wewnętrzna 140 mm, długość pakietu 315 mm. W rdzeniu wirnika wykonano 28 otworów o średnicy 31 mm, które pełnią funkcję kanałów wentylacyjnych.

Rdzeń ma 58 żłobków o wymiarach $10,3 \times 33,5$ mm, w których ułożone jest uzwojenie wirnika. Jest to uzwojenie pętlicowe proste z poskokiem żłobkowym 14 i komutatorowym 1. W każdym żłobku znajdują się dwa boki cewek ułożone jeden nad drugim oddzielone przekładką izolacyjną. Każda cewka wykonana jest z prętów miedzianych DNSSpf ($1,2 \times 5,5$) mm, ułożonych w dwóch warstwach po pięć prętów w warstwie. Izolację zwojową prętów stanowi opręt szklany natomiast izolacja główna składa się z następujących warstw izolacyjnych:

- otaśmowanie azurowe surową taśmą szklaną,
- opiek z papieru azbestowego syconego żywicą epoksydową,
- opiek mikofolia — szkło epoksydowe,
- opiek z papieru azbestowego sycony żywicą epoksydową.

Uzwojenie wirnika ma połączenia wyrównawcze w ilości dwa na żłobek co daje 116 połączeń, wykonanych przewodem DNSSpf ($1,2 \times 5$) mm z poskokiem komutatorowym połączenia — 145, żłobkowym — 29. Izolację główną połączeń czołowych cewek wirnika stanowi otaśmowanie azurowe z surowej taśmy szklanej plus ceratka szklana z syciwem poliuretanowym plus otaśmowanie z surowej taśmy szklanej.

Uzwojenie mocowane jest w żłobkach za pomocą klinów wykonanych z Durestosu CRA4 oraz bandaża szklanego. Miejsca przy komutatorze i pakiecie są kitowane w celu lepszego odprowadzenia ciepła.

Komutator wykonany jest z 290 wycinków o profilu $(90 \times 3,71)$ mm $\times$ $1^{\circ}14'27''$ z przekładkami izolacyjnymi z mikanitu o grubości 1 mm. Pierścień dociskowy komutatora mocowany jest ośmioma śrubami rozmieszczonymi obwodowo. Średnica komutatora wynosi 370 mm, natomiast jego dopuszczalne zużycie promieniowe — 10 mm, tj. do średnicy 350 mm. Długość powierzchni roboczej komutatora wynosi 93 mm. Izolacja międzywycinkowa wycięta jest na głębokość

2 mm. Dopuszczalne bicie nowego komutatora nie może przekraczać 0,04 mm.

Wał wirnika wykonany jest ze stali 34HNM ulepszonej termicznie. Jest on ułożyskowany w dwu łożyskach tocznych cylindrycznych. Od strony napędu (strona „PK”) zastosowano łożysko NU-420 MC4 ZST wg PN-70/M-86180 a od strony komutatora łożysko NH-318 MC4 ZST wg PN-70/M-86184. Do smarowania łożysk zastosowano smar LT-4, którym wypełniono łożyska i komory smarne. Łożysko od strony „PK” powinno być wypełnione smarem w ilości około 800 g natomiast od strony „K” — około 420 g. Wewnętrzne komory smarne powinny być zapełnione do $\frac{3}{4}$ objętości a zewnętrzne do połowy objętości komory. Wewnętrzne komory smarne posiadają wyprowadzone króćce smarne, służące do okresowego uzupełniania lub wymiany smaru w łożyskach bez potrzeby demontażu silnika. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu samoczynnych regulatorów ilości smaru, które powodują wyrzucenie nadmiaru smaru na zewnątrz łożyska do kanałów wylotowych.

Na podstawie obliczeń teoretycznych ustalono, że po przebiegu 100 000 km wymagane jest uzupełnienie smaru w łożyskach za pomocą praski smarowniczej w ilości 75 g od strony „PK” i 45 g od strony „K”. Dane te wymagają jednak sprawdzenia w eksploatacji. Po dosmarowaniu łożysk należy odkręcić pokrywę kanałów wylotowych i usunąć nagromadzony tam smar.

Ułożyskowanie podparcia silnika na osi zestawu kołowego wykonane jest w postaci łożysk ślizgowych wykonanych z brązu i wylanych stopem łożyskowym L-85. Średnica wewnętrzna panwi wynosi 185 mm. W dolnych półpanewkach wykonane są okna do smarowania łożysk smarem płynnym za pośrednictwem knotów wełnianych. Poprzez uszczelnienia zaciskowe w postaci tulejek gumowych z korpusu silnika wychodzą cztery wyprowadzenia kablów A, H, E, F oraz kabel uziemiający o długościach 1800 mm.

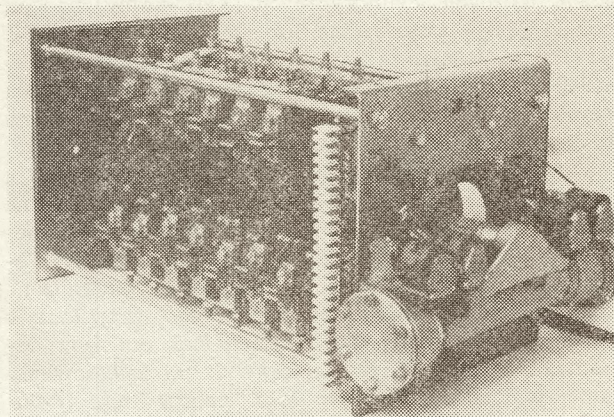
Powietrze do chłodzenia silnika doprowadzane jest przez otwór wlotowy w górnej części kadłuba od strony komutatora, połączony mieszkim z kanałem wentylacyjnym w wagonie. Na kadłubie od strony „PK” znajdują się osłony wylotu powietrza zaopatrzone w siatki ochronne. Osłona górna i dolne narażone kierują powietrze wzdłuż silnika. Otwór wylotowy dolny nie posiada osłony lecz zabezpieczony jest podwójną siatką. Na okres zimowy siatkę należy zastąpić blachą dla zabezpieczenia przed śniegiem.

Przełącznik główny PG typu MPS-3WE łączy w sobie funkcję dotychczasowego nawrotnika oraz przełącznika obwodu głównego z układu jazdy na układ hamowania elektrodynamicznego. Posiada on cztery pozycje robocze: NH — naprzód hamowanie, NJ — naprzód jazda, TJ — w tył jazda, TH — w tył hamowanie. Przełącznik główny MPS-3WE jest aparatem o nowej konstrukcji, opracowany i wykonany w Fabryce Transformatorów i Aparatury Trakcyjnej „ELTA”, która jest producentem większości aparatury stosowanej w zespołach EW58. Przełącznik ten jest przeznaczony do łączenia obwodów w stanie bezprądowym. Widok ogólny tego przełącznika pokazano na rysunku 5.

Składa się on z konstrukcji wsporczej, napędu pneumatycznego z zaworami elektropneumatycznymi typu ZPP, wału krzywkowego z przekładnią zębatą, styczników obwodu głównego zamocowanych na listwach

izolacyjnych oraz przerywników typu P-12R obwodów NN.

Napęd pneumatyczny składa się z cylindra, wewnątrz którego znajdują się dwie pary tłoków o śred-



Rys. 5. Przełącznik główny PG

nicach 65 i 90 mm, przy czym tłoki o mniejszej średnicy połączone są zębatką.

Wał krzywkowy ułożyskowany jest między jedną z płyt bocznych a specjalnym wspornikiem na cylindrze. Na wale znajdują się krzywki izolacyjne do napędu styczników głównych i przerywników obwodów NN. Przełącznik ma 12 styczników głównych i 9 przerywników pomocniczych.

Pozycja Zawór zasilania	Pozycja przełącz- nika	NH	NJ	TJ	TH
Z ₁			X	X	X
Z ₂				X	X
Z ₃		X	X		
Z ₄		X	X	X	

Rys. 6. Program sterowania zaworów elektromagnetycznych przełącznika PG

Przełącznik nie stanowi konstrukcji samonośnej i nie ma własnej obudowy. Przeznaczony jest do pracy w zamkniętej skrzyni aparaturowej na podwoziu wagonów silnikowych. Podwieszony on jest do konstrukcji

Nr styków	Styki główne												
	Pg1	Pg2	Pg3	Pg4	Pg5	Pg6	Pg7	Pg8	Pg9	Pg10	Pg11	Pg12	Pg13
Pozycja													
NH													
NJ													
TJ													
TH													

Rys. 7.
Program łączy styków głównych przełącznika PG

skrzyni czterema śrubami M12. Napęd pneumatyczny sterowany jest za pomocą czterech zaworów typu ZPP umocowanych do cylindra. Dwustopniowa średnica tłoków oraz odpowiedni program sterowania (rys. 6) umożliwia cztery pozycje pracy przełącznika. Wał krzywkowy, napędzany tłokami za pomocą przekładni zębatej, przy każdym zadziałaniu napędu wykonuje obrót o kąt 20° sterując stycznikami głównymi i przerywnikami zgodnie z programem łączy przedstawionym na rysunku 7. Przejście z pozycji NJ na pozycję TJ powoduje zmianę kierunku prądu w uzwojeniach wzbudzenia silników trakcyjnych, natomiast przejście z pozycji jazdy na hamowanie powoduje odłączenie uzwojeń wzbudzenia od wirników zasilanych WN i przyłączenie na zasilanie z obce NN z przetwornicy za pośrednictwem przekształtnika PT. Przejście z pozycji NH na pozycję TH również powoduje zmianę kierunku prądu w uzwojeniach wzbudzenia. Zaciski przyłączeniowe obwodów głównych przełącznika MPS-3WE znajdują się przy zespołach stycznikowych na dole i u góry, natomiast przyłącza obwodów pomocniczych i sterowania przełącznikiem wyprowadzone są na listwę zaciskową z przodu przełącznika obok napędu pneumatycznego.

Dane techniczne przełącznika MPS-3WE

Znamionowe napięcie izolacji i robocze obwodów gł.
— 3000 V

Znamionowe napięcie izolacji obwodów pomocniczych
— 250 V

Znamionowe napięcie robocze sterowania i obw. pom.
— 110 V

Znamionowy prąd ciągły styków głównych — 340 A

Maksymalny prąd chwilowy styków głównych — 570 A

Obciążalność znamionowa styków pomocniczych — 5 A

Znamionowa częstość łączy — 60 cykli/h

Znamionowe napięcie sterowania zaworów EP —
110 V

Znamionowe ciśnienie powietrza sterującego — 5 atn.

Dopuszczalny zakres zmienności ciśnienia — 3,5 ÷
6,0 atn.

Ciężar przełącznika — 120 kg.

Stycznik grupowy SG typu NGS-3WE zwany popularnie wałem kulakowym służy do zwierania oporników rozruchowych i bocznikowania w obwodzie silników trakcyjnych podczas samoczynnego rozruchu elektrycznego zespołu trakcyjnego.

Ponieważ produkowane dotychczas wielopozycyjne wały krzywkowe z napędem systemu Reszotowa nie mogły spełnić wysokich wymagań jakie zostały postawione wałowi kulakowemu dla zespołu trakcyjnego EW58 zarówno z powodu zbyt dużych czasów własnych jak i zawodnego napędu, fabryka „ELTA” opracowała i wykonała nowy wał typu NGS-3WE. Ma on 22 pozycje robocze. Czas przejścia z pozycji na pozycję wynosi $\leq 0,3$ sek, a całkowity czas pełnego obrotu wału krzywkowego, tj. od pozycji 1 do 22 zawiera się w granicach 4 do 8 sek. Dla porównania należy podać, że czas pełnego obrotu 18-pozycyjnego wału krzywkowego typu PKG-330-R1, stosowanego w zespołach trakcyjnych serii EN57 wynosi 18 sek, czyli czas przejścia z pozycji na pozycję wynosi 1 sek. Przy wymaganej w zespole EW58 ilości 22 pozycji i tak dużych czasach własnych wału z napędem systemu Reszotowa nie byłoby możliwe uzyskanie dużego przy-

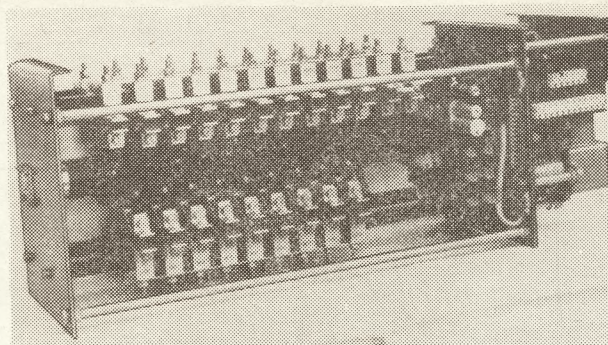
spieszenia rozruchu, gdyż rozruch byłby limitowany czasem własnym wału kulakowego a nie rzeczywistymi zmianami prądu rozruchowego.

Próby stanowiskowe nowego wału kulakowego typu NGS-3WE oraz badania jego współpracy z przekaźnikiem samoczynnego rozruchu PSR wykazały, że spełnia on założone wymagania zarówno pod względem parametrów technicznych, funkcjonalności i pewności działania.

Widok ogólny wału kulakowego przedstawia rysunek 8. Jest on zbudowany podobnie jak przełącznik MPS-3WE. Konstrukcję wsporczą stanowią dwie płyty połączone czterema sworzniami dystansowymi oraz listwami izolacyjnymi. Człon wykonawczy oraz zespół styczników obwodów NN są wykonane z elementów tego samego typu co i w przełączniku MPS-3WE.

Mimo tego podobieństwa w budowie wał kulakowy ma zupełnie inaczej rozwiązany napęd oraz układ sterujący NN i jest aparatem bardziej złożonym. Składa się on z trzech zasadniczych członów a mianowicie: członu wykonawczego, członu napędowego i członu sterującego.

Człon wykonawczy stanowią zespoły stycznikowe umieszczone na czterech listwach izolowanych i napędzający je wał z krzywkami posiadającymi wycięcia odpowiadające programowi łączy przedstawionemu na rysunku 9. Górne zespoły stycznikowe w ilości 12 sztuk służą do zwierania oporników rozruchowych a 9 dolnych zespołów do zwierania oporników bocznikowania (osłabienia pola) silników trakcyjnych. Ponadto na wale znajdują się krzywki sterujące prze-

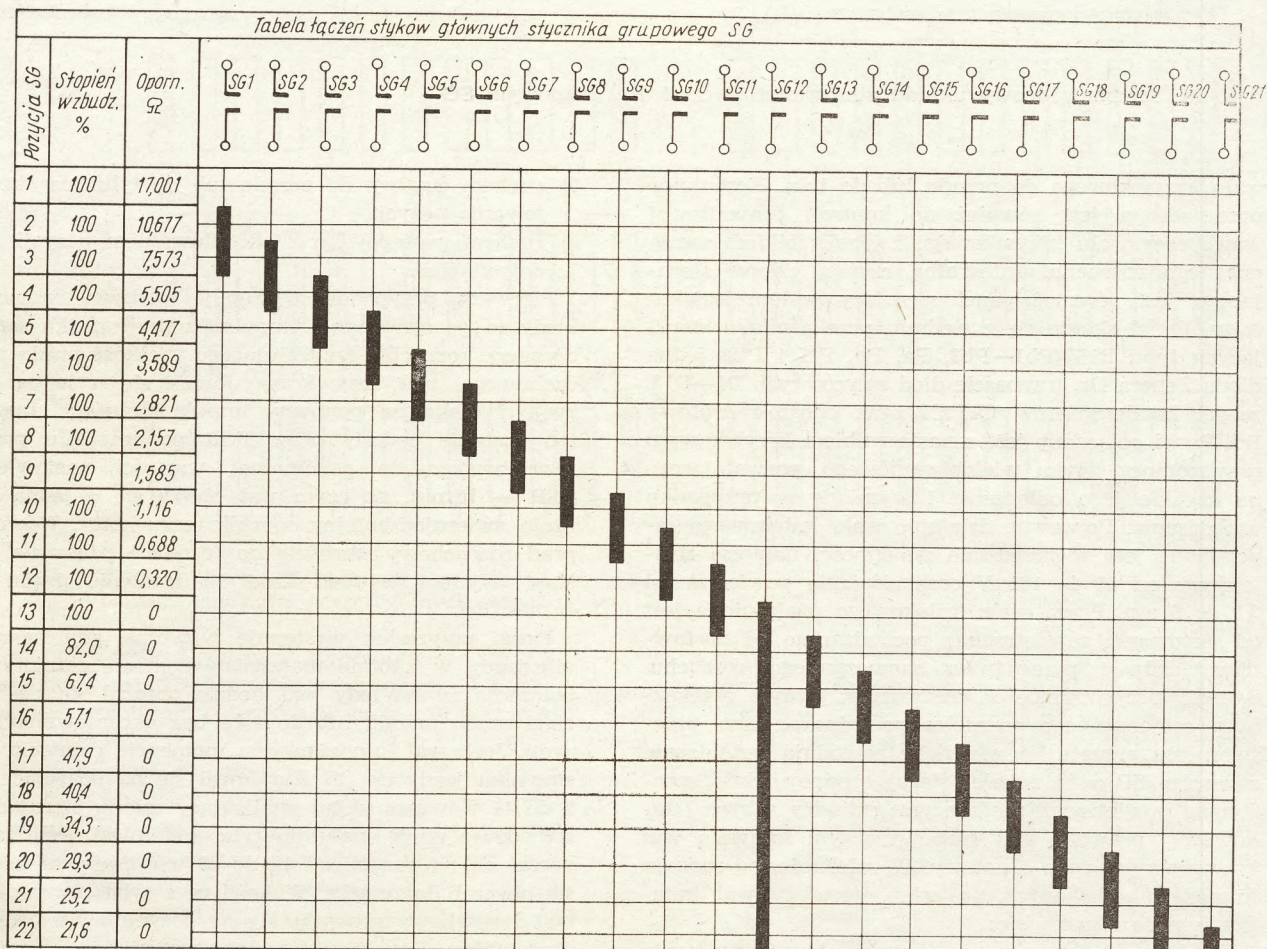


Rys. 8. Stycznik grupowy SG (wał kulakowy)

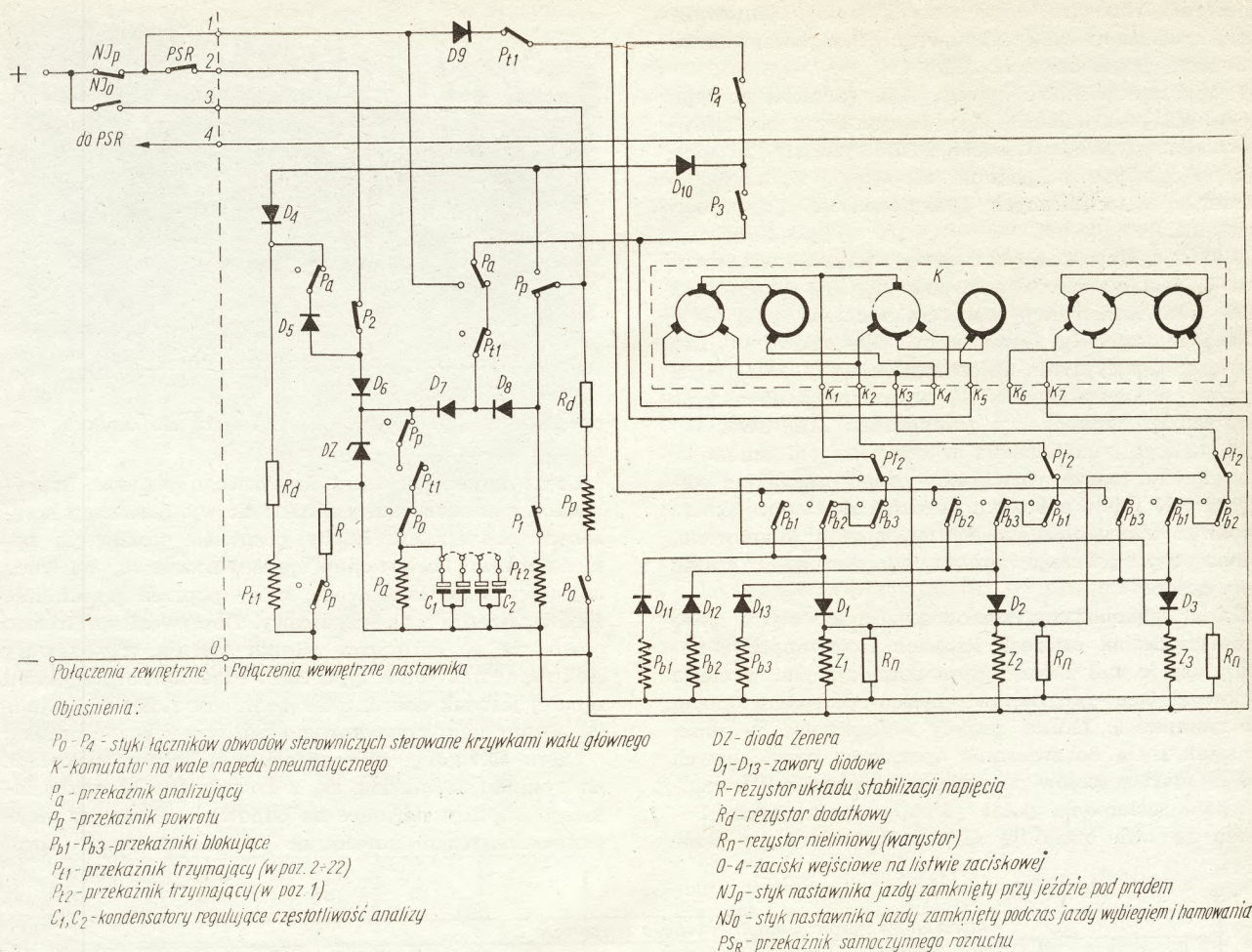
rywnikami typu P-12R, które należą do obwodu sterowniczego NN.

Człon napędowy wału kulakowego stanowi trzyczlindrowy pneumatyczny silnik tłokowy, poruszany sprężonym powietrzem. Ruchy posuwiste tłoków za pośrednictwem korbowodów przetwarzane są na ruch obrotowy wału korbowego, który poprzez przekładnię zębatą napędza wał krzywkowy. Dopływem sprężonego powietrza do cylindrów silnika sterują trzy zawory elektropneumatyczne typu ZPP. Przełożenie przekładni zębatej jest tak dobrane, że jeden suw tłoka odpowiada $\frac{1}{22}$ obrotu wału krzywkowego tzn. jednej pozycji pracy.

Człon sterujący, którego schemat ideowy pokazano na rysunku 10, składa się z komutatora K rozdzielającego impulsy sterujące na odpowiednie zawory elektropneumatyczne powodując w konsekwencji obrót



Rys. 9. Program łączy styków głównych stycznika grupowego SG



Rys. 10. Schemat ideowy układu sterowania stycznikiem grupowym SG

wału krzywkowego do przodu lub do tyłu. Komutator przeznaczony jest również do kontroli prawidłowej współpracy wału krzywkowego z przełącznikiem samoczynnego rozruchu. Integralną częścią członu sterującego jest również panel sterujący wałem kulakowym. Panel składa się z siedmiu przełączników sterujących typu R15 ($P_{b1} - P_{b3}$, P_a , P_p , P_{t1} i P_{t2}) jedna dioda Zenera DZ , trzynaście diod zaworowych $D_1 - D_{13}$, zespół kondensatorów C_1 , C_2 oraz opornik drutowy R_d . Panel połączony jest z nastawnikiem krzywkowym przy pomocy wtyku wielobiegunowego, pozwalającego na szybkie jego odłączenie i wymianę w przypadku uszkodzenia. Poprawne działanie wału kulakowego zapewnione jest w przedziale zmienności napięcia zasilającego od 66 do 121 V oraz ciśnienia powietrza od 3,5 do 6 atn. Praca wału kulakowego uzależniona jest od sterowania zewnętrznego pochodzącego od nastawnika jazdy i przełącznika samoczynnego rozruchu. Sygnały przychodzące od nastawnika jazdy i przełącznika samoczynnego rozruchu po odpowiednim przetworzeniu przez człon sterujący powodują wzbudzenie zaworów EP a te z kolei sterując odpowiednio sprężonym powietrzem zasilającym cylindry silnika tłokowego wprawiają wał korbowy a tym samym i wał krzywkowy w ruch obrotowy. W zależności od rodzaju impulsów podawanych na człon sterujący wał kulakowy może obracać się:

- 1) ruchem postępowym do przodu akcentując każdą pozycję z wyczekiwaniem,

- 2) ruchem ciągłym do przodu lub do tyłu bez akcentowania pozycji,
- 3) ruchem postępowym z akcentowaniem pozycji „na doganianie”.

Pierwszy przypadek występuje podczas rozruchu, kiedy to po otrzymaniu impulsu z przełącznika samoczynnego rozruchu, kontrolującego wielkość prądu rozruchowego, wał krzywkowy obraca się o jedną pozycję i czeka na ponowny impuls sterujący. Impuls ten zostanie podany przez PSR po zmniejszeniu prądu rozruchowego do minimalnej wartości nastawienia PSR — I_{rmin} , po czym wał obróci się o jedną pozycję, zwierając kolejny opornik rozruchowy. Wówczas prąd rozruchowy wzrośnie do I_{rmax} i ponownie nastąpi moment wyczekiwania na zmniejszenie prądu do I_{rmin} itd.

Drugi przypadek występuje wówczas, gdy nastawnik jazdy w kabinie maszynisty zostanie cofnięty do położenia „0”. Wtedy wał będzie obracał się ruchem ciągłym do przodu lub do tyłu bez akcentowania pozycji. Jeśli wał krzywkowy w momencie cofnięcia nastawnika jazdy do „0” znajdował się na pozycjach od 2 do 11 wówczas układ analizujący człon sterującego spowoduje obrót wału do tyłu, natomiast jeśli znajdował się na pozycji od 12 do 22 wówczas wał będzie się obracał do przodu. W każdym z tych przypadków wał krzywkowy zatrzyma się na pozycji wyjściowej 1. Czas powrotu wału z dowolnej pozycji na pozycję 1 wynosi ≤ 2 sek.

Trzeci przypadek ma miejsce przy sterowaniu „na zimno” w czasie postoju zespołu trakcyjnego. Wtedy przekaźnik samoczynnego rozruchu powtarza sygnał „naprzód” bez wyczekiwania na kontrolę prądu rozruchowego. Wał może się również obracać ruchem postępowym akcentowanym jeśli odbywa się jazda z pewną szybkością na wybiegu i nastawnik jazdy po cofnięciu do „0” zostanie ponownie postawiony w pozycję jezdną. Wówczas ruch wału będzie polegał na doganianiu aż do pozycji, na której prąd w obwodzie głównym będzie odpowiadał pozycji rozruchowej.

Podstawowe dane techniczne wału kulakowego NGS-3WE

Znamionowe napięcie izolacji torów głównych:

- dla styczników SR w stosunku do masy — 3000 V
- między stycznikami SR1 a SR2 — 1000 V
- między pozostałymi stycznikami SR — 800 V
- dla styczników SB — 500 V

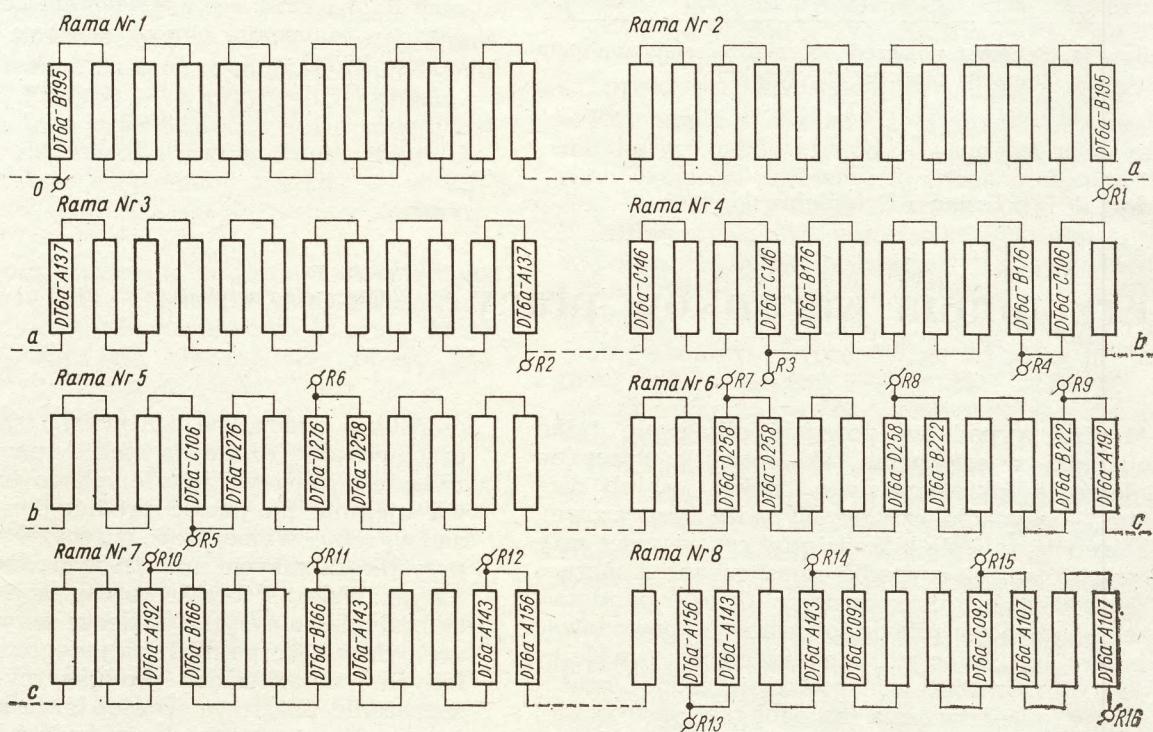
Znamionowe napięcie izolacji obwodów pomocniczych — 250 V

Znamionowe napięcie sterownicze obwodów pomocniczych — 110 V

Znamionowe ciśnienie powietrza — 5 atn

cze oporników mają trwałe zabezpieczenie antykorozyjne, natomiast dach pod opornikami pokryty jest izolacją termiczną w postaci wykładziny azbestocementowej polkrytych blachą ocynkowaną.

Elementy oporowe mają trzystopniową izolację. Taśma fechalowa, z której wykonane są elementy oporowe nawinięta jest na grzebieniowych kształtkach steatytowych i zakończona specjalnymi zaciskami do przymocowania końcówek kabli przyłączeniowych. Elementy oporowe poszczególnych sekcji różnią się między sobą przekrojem taśmy w zależności od obciążalności prądowej danej sekcji oraz ilości zwojów. Dzięki temu uzyskano znaczne zmniejszenie ciężaru oporników oraz uniknięto stosowania odczepów. Komplet oporników rozruchowych i hamowania składa się z ośmiu ram a w każdej ramie znajduje się dwanaście elementów oporowych. Komplet ten podzielony jest na 16 sekcji oporowych R1—R16, z których sekcje R1—R5 wykorzystywane są w układzie hamowania elektrodynamicznego. Tolerancje oporności poszczególnych sekcji wynoszą $\pm 5\%$. Schemat połączeń sekcji oporników oraz ich oporności przedstawione są na rysunku 11. Znamionowe napięcie izolacji oporników wynosi 3000 V. Dopuszczalny przyrost temperatury elementów oporowych wynosi 670°C . Krótkotrwale dopuszcza się



Rys. 11. Schemat połączeń oporników rozruchowych i tabela oporności poszczególnych sekcji

Znamionowy prąd 2-godzinny styczników — 340 A

Znamionowy prąd łączników pomocniczych — 5 A

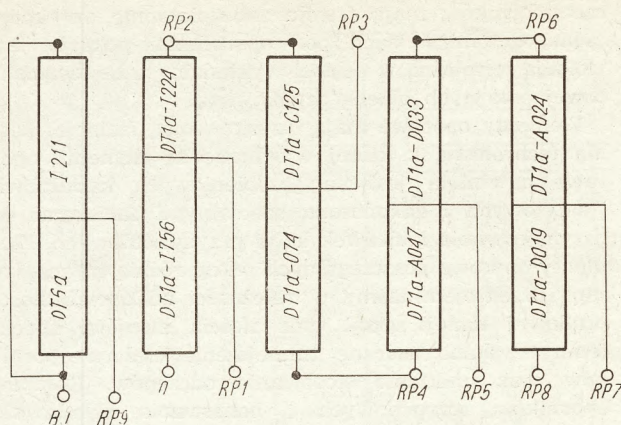
Przeciążalność torów głównych w czasie 70 s w cyklu 115 s — 500 A

Znamionowa częstota łączy — 120 1/h

Ciężar nastawnika — 165 kG

Oporniki rozruchowe i hamowanie typu DTH-3WE wykonane są z elementów oporowych typu DT stosowanych dotychczas w lokomotywach EU07. Oporniki przystosowane są do zabudowy na dachach wagonów. Będą one chłodzone w sposób naturalny podmuchem powietrza wymuszonym w czasie jazdy. Ramy wspor-

Sekcja	Liczba element.	Oznaczenia	Opór sekcji [SPJ]
0 - R1	24	DT6a-B195	4,684
R1 - R2	12	DT6a-A137	1,640
R2 - R3	4	DT6a-C146	0,584
R3 - R4	6	DT6a-B176	1,056
R4 - R5	6	DT6a-C106	0,636
R5 - R6	3	DT6a-D276	0,828
R6 - R7	8	DT6a-C258	2,068
R7 - R8	4	DT6a-C258	1,028
R8 - R9	4	DT6a-B222	0,888
R9 - R10	4	DT6a-A192	0,768
R10 - R11	4	DT6a-B166	0,664
R11 - R12	4	DT6a-A143	0,572
R12 - R13	3	DT6a-A156	0,469
R13 - R14	3	DT6a-A143	0,428
R14 - R15	4	DT6a-C092	0,368
R15 - R16	3	DT6a-A107	0,320



Sekcja	Element	Opór-Ω	Tolerancja oporu
0 - RP1	DT1a-I756	0,7560	± 3%
RP1 - RP2	DT1a-I221	0,2240	
RP2 - RP3	DT1a-C074	0,1250	
RP3 - RP4	DT1a-C125	0,0740	
RP4 - RP5	DT1a-A047	0,0470	
RP5 - RP6	DT1a-D033	0,0330	
RP6 - RP7	DT1a-A024	0,0240	
RP7 - RP8	DT1a-D019	0,0190	
B.1 - RP9	DT6a-I211	0,0528	

Rys. 12. Schemat połączeń oporników osłabienia pola i tabela oporności poszczególnych sekcji

doc. dr inż. Tadeusz Dzięgielewski

Ergonomia warunków pracy

(dalszy ciąg artykułu z nr 10/76 r.)

Analiza wypadków powinna objąć nie tylko wypadki rejestrowane, ale również wszystkie zdarzenia (określane jako prawie — lub niemal — wypadki czy też wypadki bezurazowe), które zdarzają się kilkadziesiąt czy kilkaset razy częściej, aniżeli wypadki rejestrowane, kończące się urazem lub uszkodzeniem. Trzeba pamiętać, że spadający przedmiot może spowodować śmierć lub kalectwo, ale najczęściej (upadając obok pracownika), nie powoduje żadnej konsekwencji. Te zdarzenia (na ogół nierejestrowane) powinny interesować w równym stopniu co urazy — gdyż stanowią potencjalne zagrożenie w przyszłości.

Wnikliwe analizy wypadków (sugerujące równocześnie sposoby eliminowania zagrożenia w przyszłości) powinny docierać także do projektantów i powinny być jednym z najcenniejszych materiałów do działania profilaktycznego. Niestety — jak dotąd — projektant nie wie jakie są konsekwencje w praktyce zastosowanych przez niego rozwiązań.

Dbałość o czystość i porządek na stanowisku roboczym, w hali i na terenie zakładu jest bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na warunki pracy. Powszechnie spotykany u nas brak takiej dbałości — odbija się na bezpie-

przekroczenie tej temperatury do 800°C w ciągu 5÷10 sek. Ciężar kompletu oporników wynosi 915 kg.

Oporniki osłabienia pola typu DTO-3WE wykonane są w podobny sposób i zabudowane na dachu podobnie jak oporniki DTH-3WE. Schemat połączeń i oporności poszczególnych sekcji przedstawione są na rysunku 12. Ponieważ komplet oporników osłabienia pola DTO-3WE składa się tylko z pięciu elementów oporowych, ujednoliconych gabarytowo z elementami oporników DTH-3WE, konstrukcja ramy tych oporników jest nieco uproszczona i lżejsza. Ze względu na mniejszą obciążalność prądową elementy oporowe wykonane są z taśmy o mniejszym przekroju. Komplet oporników podzielony jest na dziewięć sekcji oporowych. Odczepy poszczególnych sekcji są przyspawane do taśmy i przymocowane śrubami do szyn zaciskowych, rozmieszczonych między elementami oporowymi i podobnie jak one wspartych na izolatorach steatytowych. Oporniki DTO-3WE posiadają trzystopniową izolację wykonaną w taki sam sposób jak w opornikach DTH-3WE na napięcie znamionowe 3000 V. Dopuszczalny przyrost temperatury elementów oporowych wynosi 670°C, a ciężar kompletu oporników — 76 kg.

Pozostałe aparaty obwodu głównego tj. przekładniki PN i PR nie wymagają omówienia, ponieważ są one takie same jak stosowane w lokomotywach elektrycznych EU07 i ET22 lecz wyregulowane odpowiednio do potrzeb i parametrów obwodu głównego zespołu trakcyjnego EW58.

czeństwie pracy, na zdrowiu i samopoczuciu pracowników; działa na nich demoralizująco — zwłaszcza na nowo przyjętych do pracy. Wpływa ujemnie na jakość produkcji — zwłaszcza na wyroby wymagające precyzji wykonania; przyspiesza zużycie maszyn w środowisku zapyłonym. Wskutek braku konserwacji — elementy budynku ulegają szybkiemu zużyciu; zaleganie pyłów łatwopalnych na przegrodach budowlanych i urządzeniach produkcyjnych zwiększa zagrożenie pożarowe. Dostęp światła dziennego do wnętrza zmniejsza się wskutek osiadania kurzu i brudu na szybach; sprawność urządzeń oświetlenia elektrycznego obniża się wskutek zanieczyszczenia opraw oraz w miarę nadmiernego okresu ich użytkowania; hałas staje się bardziej dokuczliwy wskutek braku konserwacji urządzeń wentylacyjnych; zapylenie powietrza wzrasta wskutek braku dbałości o konserwację podłóg. Winę za taki stan rzeczy ponoszą przede wszystkim użytkownicy. Ale nie bez winy są również projektanci, którzy powinni przewidzieć materiały i rozwiązania techniczne uwzględniające warunki przyszłej eksploatacji, sprzyjające utrzymaniu czystości, przeciwdziałające dewastacji zakładu, umożliwiające wykonywanie robót konserwacyjnych i remontowych

w sposób dogodny i bezpieczny, nie kolidujący z produkcją.

Warto zwrócić uwagę na jeszcze jeden czynnik, który w niedługim czasie po uruchomieniu zakładu wpływa na pogorszenie warunków pracy. Otóż na ogół (często wskutek presji inwestora) projektanci uwzględniają minimalne wymiary przestrzenne. Stosują w projektach wysokości, powierzchnie i kubatury — określone w przepisach, normach czy normatywach — jako „co najmniej” lub „nie mniej niż”. Nie uwzględniają żadnej rezerwy, jakby zapominając o tym, że każdy zakład stale się rozwija. Stąd stało się zjawiskiem powszechnym, że minimalne wymiary stosowane w projekcie — stają się już przy rozruchu zakładu — zaniżone nawet w stosunku do dolnej granicy ustaleń normowych. W konsekwencji — częstą przyczyną wypadków jest niedostateczna powierzchnia robocza na stanowiskach roboczych, czy zbyt wąskie przejścia między tymi stanowiskami.

Powyższe przykłady były przytoczone po to, aby uzasadnić twierdzenie, że najskuteczniej można stworzyć optymalne warunki pracy w drodze działania profilaktycznego, uwzględniając wymagania ergonomii w najwcześniejszej fazie realizacji inwestycji. Działanie interwencyjne powinno być w zasadzie ograniczone tylko do zwalczania tych czynników uciążliwych dla załogi, których — z przyczyn istotnych — nie można było przewidzieć w fazie programowania i projektowania oraz które zaistniały dopiero w trakcie eksploatacji zakładu — w wyniku najnowszych osiągnięć postępu technicznego.

Jest rzeczą oczywistą, że projekt uwzględniający wymagania ergonomii nie gwarantuje jeszcze optymalnych warunków dla pracy ludzkiej; konieczne jest również, aby obiekt był wykonany zgodnie z projektem i aby był właściwie użytkowany.

Podczas gdy w zakładach tworzy się niejednokrotnie komórki ergonomii, fizjologii i psychologii pracy, estetyzacji itp. (choć nie zawsze jeszcze zorientowane co do zakresu swych zadań i nie zawsze właściwie wykorzystywane) — to w komórkach inwestycyjnych i w zespołach projektowych brakuje nadal przedstawicieli dyscyplin humanistycznych, specjalistów od akustyki, bioklimatyki, oświetlenia dziennego, zieleni, kolorystyki, wzornictwa przemysłowego.

Ostatnio w zakładach zapanował klimat bardziej sprzyjający poprawie warunków pracy ludzkiej.

Do najczęściej spotykanych błędów projektowych lub organizacyjnych można zaliczyć następujące:

- obok wydziałów szkodliwych dla zdrowia sytuuje się wydziały nieuciążliwe, wskutek czego znacznie większa liczba pracowników narażona jest na działanie czynników szkodliwych. Można by tego uniknąć gdyby przy strefowaniu uwzględniano w większym stopniu czynnik ludzki;
- pomieszczenia przeznaczone na pobyt ludzi sytuuje się w kondygnacjach podziemnych;

- stanowiska pracy bywają pozbawione światła dziennego bez technologicznego uzasadnienia;
- często przewiduje się zbyt niskie pomieszczenia pracy i przejścia;
- urządzenia produkcyjne często bywają nieobudowane nieizolowane, będąc źródłem zanieczyszczenia powietrza w stopniu przekraczającym dopuszczalne stężenie;
- nie przewiduje się pomostów usługowych, dojścia do zaworów i do innych stanowisk obsługi; powszechnie brakuje konstrukcji pomocniczych do konserwacji i remontów — co utrudnia (lub wręcz uniemożliwia) wykonywanie robót i bywa przyczyną wypadków; przy pomostach brakuje często krawężników i poręczy;
- okna na ogół nie są przewidziane do otwierania;
- dla najbardziej ekonomicznego prowadzenia przewodów powietrznych — wentylatornie sytuuje się centralnie, wobec czego hałas przenika do większości pomieszczeń; wentylatornie na ogół nie są dostatecznie wyciszone;
- podobnie inne źródła hałasu czy intensywnego promieniowania cieplnego sytuowane bywają przede wszystkim z punktu widzenia ekonomii, a nie ochrony stanowisk pracy przed uciążliwościami przemysłu.

Ergonomia koncepcyjna wymaga, aby czynnik ludzki był brany pod uwagę we właściwej skali ważności problemu w czasie programowania. W tym celu konieczne jest włączenie specjalistów dyscyplin ergonomicznych do grona współprojektantów; konieczne jest pogłębienie i rozszerzenie zakresu programowania i projektowania.

Przykładowo zwrócę uwagę na kilka problemów niedostatecznie — moim zdaniem — uwzględnionych w początkowych fazach powstawania inwestycji.

Program ergonomiczny. Zakłady przemysłowe są w stanie nieustającej modernizacji i rozbudowy. Wynika to wskutek szybko zachodzących zmian w metodach wytwarzania oraz wskutek coraz większych zadań produkcyjnych nakładanych na zakład. Technolodzy opracowują prognozy starając się przewidzieć kierunki rozwoju procesów wytwórczych; opracowują wieloletni program technologiczny. Zgodnie z tym programem zmieniają układ ciągów produkcyjnych i instalują nowe maszyny. W poszukiwaniu tzw. ukrytych rezerw — rosnące wymagania technologiczne zaspakajane są kosztem pomieszczeń i urządzeń socjalnych, ponieważ nie można im przeciwstawić programu w dziedzinie poprawy warunków pracy.

Stopniowo zakład produkuje coraz więcej, ale coraz liczniejsza załoga pracuje w coraz gorszych warunkach.

Wieloletni program ergonomiczny jest również potrzebny jak program technologiczny. Dopiero oba programy łącznie wytyczają perspektywę rozwoju zakładu w sposób prawidłowy i przyczyniają się do przedłużenia okresu jego pełnej przydatności dla produkcji i dla załogi.

Zamiast dzisiejszych akcji doraźnych i fragmentarycznych z zakresu ergonomii korekcyjnej — warunki pracy stopniowo ulegałyby poprawie w sposób zamierzony i planowy — podobnie jak dzisiaj ulegają modernizacji metody produkcji.

Zakłady pracy powinny odpowiadać potrzebom ludzi (nie tylko maszyn) w ciągu kilkunastu lat. Biorąc pod uwagę fakt, że wymagania załogi rosną — należy przewidzieć przestrzenne i techniczne możliwości rozbudowy pomieszczeń socjalnych i podwyższania standardu wyposażenia pomieszczeń pracy.

Program ergonomiczny miałby chronić pomieszczenia socjalne przed zajmowaniem ich dla potrzeb technologicznych, przed stwarzaniem faktów dokonanych uniemożliwiających poprawę warunków pracy dla coraz liczniejszej załogi.

Wiedza o człowieku

Powszechnie odczuwa się niedostatek badań ustalających w sposób naukowy (a nie powierzchniowy i intuicyjny) czy i w jakim stopniu nowe metody produkcji, nowe rozwiązania techniczne lub materiałowe oddziałują na zdrowie ludzkie. Nie wiemy w jakich granicach człowiek jest odporny na bodźce nerwowe wywołane coraz większym hałasem (wskutek coraz liczniejszego parku maszynowego) przyspieszonym tempem pracy (wskutek mechanizacji produkcji). Postęp techniczny stwarza stale nowe problemy, które wymagają zbadania przez antropologów, fizjologów, higienistów, biologów, psychologów, socjologów. Wykorzystanie wiedzy o człowieku jest warunkiem realizowania zasad ergonomii w praktyce.

Specjalista może nie tylko ochronić zakład od niekorzystnych zmian w warunkach przyrodniczych, ale dzięki zastosowaniu odpowiednich układów zieleni, dzięki melioracji i osuszeniu terenów podmokłych — może wpłynąć na po-

prawę warunków klimatycznych w sposób istotny dla warunków pracy.

Uwzględnianie zasad ergonomii w programowaniu i projektowaniu wpłynie prawdopodobnie na zwiększenie kosztu dokumentacji i na przedłużenie czasu potrzebnego na jej opracowanie. Można łatwo przewidzieć zarzut, że jest to sprzeczne z dążeniem do oszczędnego gospodarowania, do zmniejszenia kosztów inwestycji. Zarzut taki jest tym bardziej prawdopodobny, ponieważ uparcie poszukuje się oszczędności i obniżenia nakładów inwestycyjnych, przede wszystkim przez potaniecie dokumentacji.

W odpowiedzi na taki zarzut należałoby zwrócić uwagę na następujące fakty:

- a) stosowanie ergonomii przynosi korzyści nie tylko społeczne (w dziedzinie ochrony zdrowia i w dziedzinie podnoszenia poziomu kultury), ale również korzyści ekonomiczne. Wydatki poniesione na stworzenie warunków pracy bezpiecznej i wygodnej opłacają się, ponieważ wpływają na większą wydajność i lepszą jakość pracy, na stabilizację załogi (mniejsza fluktuacja a więc niższe koszty szkolenia) na jej wyższe wyrobienie społeczne i zawodowe, na silniejszą więź łączącą załogę z zakładem. W wielu pracach naukowych i popularnych powyższe stwierdzenia były uzasadnione cyfrowo;
- b) spośród różnych metod zmierzających do poprawy warunków pracy ludzkiej — działanie profilaktyczne jest metodą najbardziej skuteczną i równocześnie najbardziej ekonomiczną, gdyż zwiększa ogólne nakłady inwestycyjne tylko w nieznacznym procencie. Dlatego uwzględniając całokształt wydatków inwestycyjnych i eksploatacyjnych trzeba stwierdzić, że stosowanie ergonomii prewencyjnej jest działaniem ekonomicznym, zmierzającym do uzyskania większej wydajności z tym tylko zastrzeżeniem, że nie dzieje się to kosztem zdrowia załogi.

Posiedzenie komisji UIC „Urządzenia Stałe”

Doroczne posiedzenie Komisji UIC „Urządzenia Stałe” odbyło się w Paryżu w siedzibie UIC w dniu 28 czerwca—1 lipca 1976 r. Wzięły w nim udział delegacje 20 kolei członkowskich, w tym również delegacja PKP. Komisja ta zajmuje się zagadnieniami konstrukcji i utrzymania toru, urządzeń zabezpieczenia i łączności oraz sieci trakcyjnej. Na posiedzeniu oceniono dotychczas wykonane prace i ustalono program prac na następny okres.

Komisja zakończyła prace w zakresie zunifikowania profilu szyn i zastosowania polimerów.

Rozpatrzono m. in. zagadnienia dotyczące:

- dużych szybkości,
- standaryzacji rozjazdów dla dużych szybkości,

- kryteriów dopuszczania urządzeń mechanicznych do utrzymania toru,
- udoskonalenia metod utrzymania sieci trakcyjnej,
- konstrukcji i utrzymania mostów,
- utrzymania tunelów,
- zastosowania elementów elektronicznych w urządzeniach zabezpieczenia ruchu kolejowego,
- zastosowania tyrystorów,
- zastosowania pociągowej łączności radiowej.

Ponadto Komisja zajmuje się kilkoma zagadnieniami o charakterze wielodyscyplinarnym, które mają poważne znaczenie dla przyszłej międzynarodowej współpracy kolei, a mianowicie:

- maksymalny nacisk na oś,
- skrajnia przyszłości,

- maksymalny rozstaw wewnętrznych osi wagonów z wózkami,
- minimalne średnice kół wagonów.

Zdecydowano przyjąć do programu prac nowy temat „Duże szybkości w tunelach” oraz rozpatrzyć możliwość opracowania zagadnienia przystosowania urządzeń zabezpieczenia ruchu kolejowego do dużych szybkości.

Ponadto, podobnie jak pozostałe Komisje UIC, ustalono zakres aktualizacji obowiązujących norm UIC w zakresie toru, sygnalizacji i łączności oraz sieci trakcyjnej.

Warto zaznaczyć, że Przewodniczącym Komisji „Urządzenia Stałe”, który przewodniczył posiedzeniu i kieruje jej pracami, jest przedstawiciel PKP **dr inż. Andrzej Semrau** b. dyrektor CZUK w Ministerstwie Komunikacji. (St. M.)

Spis treści rocznika 1976

miesięcznika „Przegląd Kolejowy Elektrotechniczny”

ZABEZPIECZENIE RUCHU KOLEJOWEGO

	Nr	Str.
Apuniewicz Sławomir, Zieniuk Kazimierz — Inżynierowie z Politechniki Świętokrzyskiej w służbie zabezpieczenia ruchu i łączności	11—12	8
Baryluk Mieczysław — Możliwości wykorzystania diod elektroluminescencyjnych w urządzeniach srk	5	17
Cichal Mieczysław — Samoczynna sygnalizacja przejazdowa dla przejazdów stacyjnych, na stacjach wyposażonych w przekątnikowe urządzenia zabezpieczenia ruchu i łączności	1	16
Cichal Mieczysław — Wada konstrukcyjna w niektórych napędach JEA-29	9	26
Cieślak Witold — System samoczynnej blokady liniowej JZB 111	3 4	25 27
Dąbrowa-Bajon Mirosława — Modernizacja programów nauczania i nowy regulamin studiów w Instytucie Transportu Politechniki Warszawskiej	11—12	10
Drabicki Janusz, Jakimowicz Jerzy — Obwód napędu zwrotnicowego stosowany w systemie JZH 111	3	14
Drabicki Janusz — Struktura budowy modułów systemu JZH 111	6	20
Górecki Henryk — Utrzymanie urządzeń zabezpieczenia ruchu kolejowego	1	23
Jakimowicz Jerzy — Obwód torowy z zasilaniem trójfazowym	2	9
Jakimowicz Jerzy, Drabicki Janusz — Obwód napędu zwrotnicowego stosowany w systemie JZH 111	3	14
Jakimowicz Jerzy — Struktura budowy modułów systemu JZH 111	6	20
Jakimowicz Jerzy — Możliwość zastosowania systemu MFC w urządzeniach srk	7—8	17
Lesiak Piotr — Próba doskonalenia czujnika torowego do zliczania osi	7—8	5
Maciejewski Andrzej, Wiater Ignacy — Elektroniczna blokada liniowa MS	2 3	23 19
Mazur Edward — Urządzenia zrk na kolejach francuskich (SNFC)	9	okł.
Michalczewski Henryk — Urządzenia zrk systemu JZH 111	6 7—8 9	7 27 13
Nemec Jerzy — Kierunki modernizacji urządzeń zrk	1	1
Ptak Henryk — Specjalistyczny sprzęt kontrolno-pomiarowy do urządzeń zblokowanych	6	1
Sienkiewicz Heronim, Stefański Leonard — Badania dynamiczne urządzeń SHP	4	9

	Nr	Str.
Stefański Leonard, Sienkiewicz Heronim — Badania dynamiczne urządzeń SHP	4	9
Wesołowski Adam — Systemy automatycznej kontroli szybkości jazdy pociągów	1	12
Wiater Ignacy, Maciejewski Andrzej — Elektroniczna blokada liniowa MS	2	23
Zębik Zbigniew — Elektroniczny fazoczuły przekątnik torowy	2	12
Zębik Zbigniew — Krótki torowy obwód nakładany EON-1	5	22
Zieniuk Kazimierz, Apuniewicz Sławomir — Inżynierowie z Politechniki Świętokrzyskiej w służbie zabezpieczenia ruchu i łączności	11—12	8

TRAKCJA I ENERGETYKA

Bziuk Jan — Wyposażenie elektryczne obwodu głównego zespołu trakcyjnego serii EW58	11—12	35
Cianciara Kazimierz — Fizyczna interpretacja wytwarzania SEM przez oddziaływanie pól magnetycznych na przewodniki	10 11—12	11 30
Fidrych Zbigniew — Badania tarcia lepkiego w odbierakach prądu w karetki z małą pionową sztywnością	5	13
Frontczak Feliks — Obliczanie sieci jezdnej pod względem termicznym	3 4	1 12
Ginalski Zbigniew — Informacja o taryfie za energię elektryczną 7 — Z/76-A9	7—8	43
Grabski Tadeusz — Tworzywa sztuczne w sieci trakcyjnej PKP	7—8	41
Grzybowski Tadeusz — Trakcja elektryczna i elektroenergetyka PKP na przełomie pięćdziesiąt lat	1	5
Kacprzak Jan — Struktura układu sterowania pojazdami trakcyjnymi	7—8	1
Kozik Wojciech, Maliszewski Józef, Szczepiórkowski Kazimierz — Tyristorowy układ regulacji wzbudzenia silników trakcyjnych jednostki EW58 przy hamowaniu (TUHEX)	10	1
Kuligowski Karol — 40 lat trakcji elektrycznej	11—12	1
Kwasiborski Stanisław — Elektryfikacja linii Kraków—Zakopane	1	31
Lobaczewska Krystyna — Próby eksploatacyjne urządzeń do wykrywania płaskich miejsc na powierzchni tocznej kół	6	13
Maliszewski Józef, Kozik Wojciech, Szczepiórkowski Kazimierz — Tyristorowy układ regulacji wzbudzenia silników trakcyjnych jednostki EW58 przy hamowaniu (TUHEX)	10	1

	Nr	Str.		Nr	Str.
Michalak-Kowalska Alina — Możliwości trakcyjne jednostek elektrycznych serii EW58	4	1	Kulawiak Andrzej, Puchalski Tadeusz, Grabowski Stanisław — Warunki stosowania urządzeń drenażowych na PKP	6 7—8 9	16 34 21
Mierzejewski Edward — Wskaźniki techniczno-eksploatacyjne trakcji elektrycznej w 1975 roku	9	9	Machlowski Jan — Sposób sprawdzania wyłączania się tłumików tranzytowych w TWZ	3	21
Papiernik Janusz, Łobaczewska Krystyna — Próby eksploatacyjne urządzeń do wykrywania płaskich miejsc na powierzchni tocznej kół	6	13	Maliszczak Kazimierz — Nowoczesne kable telekomunikacyjne miejscowe	10	22
Roman Zofia — Badania w zakresie zmian konstrukcji sieci trakcyjnej dla prędkości jazdy 270 km/h na kolejach SNCF	1	27	Nemec Jerzy — 100 lat telefonu	9	1
Roman Zofia — Minimalne odstępstwa między odbierakami prądu w warunkach jazdy z dużymi prędkościami	2	28	Maternowski Edmund, Rohloff Włodzimierz — Selton, selektorowa translacja sprzęgająca	7—8	20
Siemiński Tadeusz — Zapobieganie przepalaniu sieci trakcyjnej w obszarze przerw elektrycznych	11—12	23	Perkowska Irena — Oslony przeciwko-rozyjne kabli	5	1
Stankiewicz Andrzej — Elektrycznym z Wrocławia do Warszawy	1	32	Perkowski Zdzisław — Nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne kabli telekomunikacyjnych o izolacji polietylenowej	3 4	7 17
Szczepiórkowski Kazimierz, Kozik Wojciech, Maliszewski Józef — Tyrystorowy układ regulacji wzbudzenia silników trakcyjnych jednostki EW58 przy hamowaniu (TUHEX)	10	1	Puchalski Tadeusz, Grabowski Stanisław, Kulawiak Andrzej — Warunki stosowania urządzeń drenażowych na PKP	6 7—8 9	16 34 21
Świderek Stanisław — Lutowanie łączników szynowych	9	18	Włodzimierz Rohloff, Maternowski Edmund — Selton, selektorowa translacja sprzęgająca	7—8	20
Wójcicki Wiesław — Uszkodzenia wagonowej aparatury elektrycznej	7—8 10	12 16	Rohloff Włodzimierz — Telkon, urządzenia telekonferencyjne systemu kolejowego	11—12	12
Zaorski Marek — Układ symulacyjny aparatury trakcyjnej zespołu serii EN57 jako wstęp do badań diagnostycznych	5	19	Smolec Marian — Urządzenia informacji podróży na dworcu Centralnym w Warszawie	11—12	20
Zaorski Marek — Zmiana technologii utrzymania elektrycznych zespołów trakcyjnych serii EW55	7—8	7	Stankiewicz Stanisław — Sieci teleinformatyczne w kolejnictwie i ich niezawodność	4	21
ŁĄCZNOŚĆ			Święch Andrzej — Metoda poziomospowa pobierania równoważników torowych	2	19
Cieśliński Andrzej — Łączność radiowa w zakresie fal ultradźwiękowych za pomocą skierowanego promieniowania linii przesyłowej	6	24	ZAGADNIENIA RÓŻNE		
Grabowski Stanisław, Puchalski Tadeusz, Kulawiak Andrzej — Warunki stosowania urządzeń drenażowych na PKP	6 7—8 9	16 34 21	Białogrodzka Krystyna — Analiza wypadkowości w służbie zabezpieczenia ruchu i łączności oraz kolejowych zakładach zabezpieczenia ruchu i łączności za rok 1975	9 10 11—12	okł. 8 44
Grądzki Bogdan — Radiotelefoniczne sieci liniowe dla potrzeb służby drogowej oraz zrił	3	12	Dzięgielewski Tadeusz — Ergonomia warunków pracy	7—8	47
Grudziński Zbigniew — Wytyczne utrzymania urządzeń telefonii nośnej Z 12/V 24	4	6	Gruszczyńska Bożena — O lepszą jakość i bezpieczniejsze warunki pracy	9	29
Jesionowski Kazimierz — Koncepcja nowego systemu liniowej radiolączności trakcyjnej na liniach zelektryfikowanych	10	27	Jasiński Jerzy — Nowa magistrała Bajkalsko-Amurska (BAM)	7—8	47
Kalitka Edmund — Telegraficzne urządzenia końcowe T100	1 2 7—8 9	8 1 38 23	Kazubek Maria — Wynalazczość pracownicza	9	31
			Kazubek Maria — Pomysły racjonalizatorskie	9	31
			Michalski Stanisław — Komisja „Badania perspektywiczne” Międzynarodowego Związku Kolei (UIC)	9	okł.
			Mierzejewski Edward — Ochrona środowiska w transporcie kolejowym	5	30
			Różycki Michał — Aparatura elektroniczna ZDBAN „Unipan”	10	30
			Tajer Tadeusz — VIII Międzynarodowa Konferencja Energetyki Przemysłowej	4	30

K. KULIGOWSKI.: Czterdzieści lat elektryfikacji PKP, Prz. Kolej. E., 1976, rok 23, A4, nr 11—12, s. 1—8, rys. 1.

Początkowy rozwój trakcji elektrycznej w kolejnictwie polskim i działalność polskich elektrotechników w zakresie jej rozwoju.

Red. Prz. Kolej. E.

S. APUNIEWICZ, K. ZIENIUK.: Inżynierowie z Politechniki Świętokrzyskiej w służbie zrii, Prz. Kolej. E., 1976, rok 23, A4, nr 11—12, s. 8—10, tab. 1.

Osiągnięcia Politechniki Świętokrzyskiej w zakresie kształcenia inżynierów o specjalności „sterowanie ruchem w transporcie”.

Red. Prz. Kolej. E.

M. DĄBROWA-BAJON.: Modernizacja programów nauczania i nowy regulamin studiów w Instytucie Transportu Politechniki Warszawskiej, Prz. Kolej. E., 1976, rok 23, A4, nr 11—12, s. 10—12.

Omówienie modernizacji programu nauczania i metod kształcenia w Instytucie Transportu Politechniki Warszawskiej.

Red. Prz. Kolej. E.

W. ROHLOFF.: Telkon, urządzenia telekonferencyjne systemu kolejowego, Prz. Kolej. E., 1976, rok 23, A4, nr 11—12, s. 12—20, rys. 3. fot. 6, tabl. 1.

Ukończenie (pierwszy etap) prac konstrukcyjno-badawczych nad nowym systemem kolejowych urządzeń telekonferencyjnych — przez Kolejowe Zakłady Łączności w Bydgoszczy.

Red. Prz. Kolej. E.

M. SMOLEC.: Urządzenia informacji podróźnych na Dworcu Centralnym w Warszawie, Prz. Kolej. E., 1976, rok 23, A4, nr 11—12, s. 20—23, rys. 2, fot. 1.

Omówienie, zainstalowanych na dworcu Centralnym w Warszawie, urządzeń wyposażenia technicznego a szczególnie urządzeń informacji podróźnych.

Red. Prz. Kolej. E.

T. SIEMINSKI.: Zapobieganie przepaleniu sieci trakcyjnej w obszarze przerw elektrycznych, Prz. Kolej. E., 1976, rok 23, A4, nr 11—12, s. 23—30, rys. 5, tabl. 1.

Omówienie uszkodzeń sieci trakcyjnej i zapobieganie przepalaniu przewodów jezdnych w obszarze przerw elektrycznych.

Red. Prz. Kolej. E.

K. CIANCIARA.: Fizyczna interpretacja wytwarzania SEM przez oddziaływanie pól magnetycznych na przewodniki, Prz. Kolej. E., 1976, rok 23, A4, nr 11—12, s. 30—34, rys. 5.

Autor opisuje zjawiska fizyczne zachodzące przy generacji SEM w nieruchomych przewodnikach obejmowanych zmiennymi polami magnetycznymi.

Red. Prz. Kolej. E.

J. BZIUK.: Wyposażenie elektryczne obwodu głównego zespołu trakcyjnego serii EW58, Prz. Kolej. E., 1976, rok 23, A4, nr 11—12, s. 35—44, rys. 10, fot. 2.

Charakterystyka i eksploatacja, na terenie północnej DOKP, elektrycznych zespołów trakcyjnych serii EW58 — dostarczonych przez fabrykę wagonów „Pafawag”.

Red. Prz. Kolej. E.

T. DZIEGIELEWSKI.: Ergonomia warunków pracy, Prz. Kolej. E., 1976, rok 23, A4, nr 11—12, s. 44—46.

Dalszy ciąg rozważań autora nad społecznym i gospodarczym znaczeniem ergonomii.

Red. Prz. Kolej. E.



Wydawca:

WYDAWNICTWA
KOMUNIKACJI
i ŁĄCZNOŚCI
ul. Kazimierzowska 52
02-546 Warszawa
tel. 49-27-51

Redakcja —
ul. Kazimierzowska 52
02-546 Warszawa,
telefon 49-27-51 wewn. 241

Redaguje kolegium w składzie:

inż. S. Krawczyk, mgr inż. J. Nemec, inż. J. Skoniecki, mgr inż. J. Suchodolski, B. Wróblewska
przy współpracy ze Stowarzyszeniem Inżynierów i Techników Komunikacji

Skanował: Artur Palka

Warunki prenumeraty:

Prenumeratę na kraj przyjmują Oddziały RSW „Prasa—Książka—Ruch” oraz urzędy pocztowe i doręczyciele, w terminach: do 25 listopada — na I kwartał, I półrocze roku następnego i cały rok następný; do dnia 10 miesiąca poprzedzającego okres prenumeraty — odpowiednio na II kwartał, II półrocze i III kwartał.

Cena prenumeraty rocznej — 42 zł, półrocznej — 21 zł, kwartalnej — 10,50 zł.

Instytucje organizacje i wszelkiego rodzaju zakłady pracy zamawiają prenumeratę w miejscowych Oddziałach RSW „Prasa—Książka—Ruch”, w miejscowościach zaś, w których nie ma Oddziałów RSW „Prasa—Książka—Ruch” — w urzędach pocztowych. Czytelnicy indywidualni opłacają prenumeratę wyłącznie w urzędach pocztowych lub u doręczycieli.

Prenumeratę ze zleceniem wysyłki za granicę przyjmuje Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw RSW „Prasa—Książka—Ruch”, ul. Towarowa 28, 00-958 Warszawa, konto PKO nr 1531-71, w terminach podanych dla prenumeraty krajowej. Prenumerata ze zleceniem wysyłki za granicę jest droższa od prenumeraty krajowej o 50 proc. dla zlecających instytucji, organizacji i zakładów pracy.

Nakład 1600 egz., objętość 4,6 ark. druk., format A-4, papier druk sat. V kl. 65 g. PZG RSW „Prasa—Książka—Ruch”, ul. Dworcowa 13, 85-009 Bydgoszcz. Zam. 3506. J-45.

*Życzenia
Wesołych Świąt
i Szczęśliwego
Nowego Roku 1977*

składa

REDAKCJA